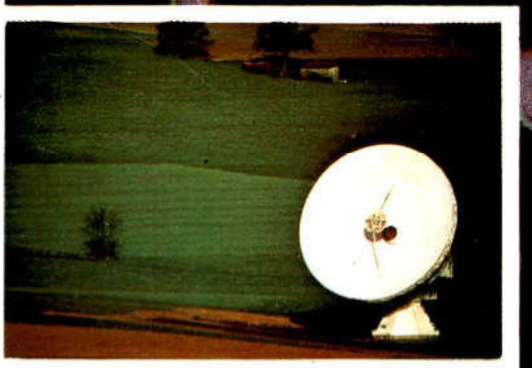
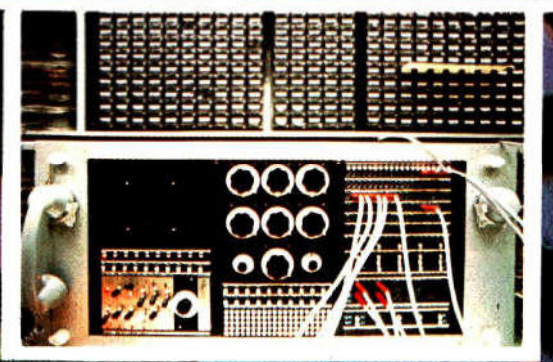
SCIENCE et VIE

LA RÉVOLUTION TÉLÉMATIQUE





NUMÉRO HORS SÉRIE TRIMESTRIEL - 12 F

LE PROCHAIN

SCIENCE et VIE

HORS-SÉRIE

LES ANCÊTRES DE L'HOMME

AU SOMMAIRE

- L'évolution humaine : particularités chronologiques.
- Les Australopithèques.
- L'Homo habilis.
- L'industrie du paléolithique inférieur.
- Hommes et cultures du paléolithique moyen.
- Les Neanderthaliens, etc.

PARUTION DÉBUT DÉCEMBRE

La télématique : une confluence

La confluence de deux grands fleuves, lorsque se joignent leurs lits, n'est pas seulement un spectacle naturel grandiose. C'est aussi le cours incertain d'un autre fleuve naissant, qui, pour l'observateur, offre des perspectives aussi originales qu'inattendues.

Ce qui est vrai des cours d'eau l'est aussi des grands courants de la pensée humaine, auxquels les technologies modernes ne font pas exception.

Or, nous voici aujourd'hui à la confluence de deux techniques « géantes », qui, chacune, se sont épanouies au cours du dernier quart de siècle : les télécommunications et l'informatique.

Confluence dont nous commençons tout juste à apercevoir les premiers résultats... Et à propos de laquelle il est fort difficile d'imaginer comment elle se concrétisera dans les années à venir, et à plus forte raison dans quelques décennies.

La « télématique », cette nouvelle discipline ainsi née, encore faible et hésitante, donne parfois l'impression d'un emballage vide et trop grand ; en sorte que l'on ne sait trop avec quoi le remplir. Car, comme tout concept nouveau, elle renferme encore plus de promesses que de réalités.

Sortant de sa gangue originelle, l'ordinateur se modifie et se diversifie sous nos yeux. D'abord simple utilisateur des réseaux de télécommunications, il en devient partie prenante aux niveaux les plus divers. Inversement, ces mêmes réseaux apportent, par leurs spécifications, des services sans cesse croissants aux ordinateurs.

Avec l'aide des innovations dans le secteur des composants électroniques, entraînant une constante baisse des prix, d'où une ouverture toujours plus large sur le marché, la télématique, dès aujourd'hui, part à la conquête du grand public. Le nombre et le type d'applications nouvelles résultant de cette confluence sont inimaginables actuellement.

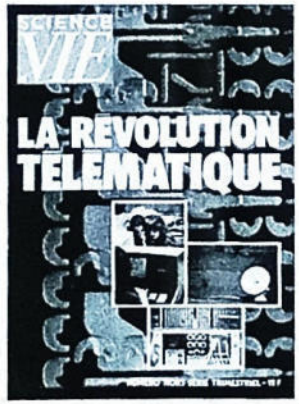
Une chose est cependant certaine. Le développement harmonisé de ces deux techniques entraînera, dans le mode de vie des hommes, des modifications infiniment plus importantes que celles qui, depuis une trentaine d'années, ont résulté de l'emploi généralisé des ordinateurs.

La civilisation de l'informatique n'aura pas vraiment existé. Ce sera la civilisation de la télématique. Une transition qui n'en sera que plus radicale.

JEAN PELLANDINI

LA RÉVOLUTION TÉLÉMATIQUE

SEPTEMBRE 79



Notre couverture

Document principal :
LETI
Ordinateur à l'école :
the Image Bank - W. Rivelli
Antenne :
ESA
Central téléphonique :
Rémy Poinot
Dos de couverture :
ESA

2e couverture
Photo J.-E. Linnemann

SCIENCE et VIE **HORS-SÉRIE**

Publié par
EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.
5, rue de la Baume
75382 Paris Cedex 08
Tél. 563 01 02

Direction, Rédaction, Administration

Président : Jacques Dupuy
Directeur général : Paul Dupuy
Rédacteur en Chef : Serge Caudron, assisté de J.-P. Icikovics
Mise en page : Louis Boussange ; Alain Tercinet
Recherche iconographique : Claude Roisse
Service photo : Miltos Toscas, J.-P. Bonnin
Dessins : Robert Haucomat
Directeur administratif et financier : J.-P. Beauvalet
Promotion et abonnements : Paul Cazenave, assisté d'Élisabeth Drouet
Diffusion ventes : Ariane Carayon

SOMMAIRE

Éditorial p. 1
par Jean Pellandini

L'architecture informatique p. 4
L'architecture des systèmes informatiques actuels tend à décharger l'unité centrale d'une partie de ses fonctions.
par Jean Pellandini

L'informatique face aux composants p. 14
La politique des concepteurs d'ordinateurs dépend en grande partie de l'industrie des composants.
par Jean Pellandini

La guerre des langages p. 24
La démocratisation de l'informatique a consacré le succès de langages simples tels que le BASIC. Mais des concurrents sérieux font leur apparition...
par Jo Cohen

La saisie des données p. 28
Encodage magnétique direct, lecture optique, saisie portative progressent largement. Mais la carte perforée n'a pas dit son dernier mot.
par Ginette Bléry

Quand les ordinateurs ont des trous de mémoire... p. 34
De bien curieux — et gênants — incidents au niveau de certaines mémoires à semi-conducteurs...
par J.-P. Bouhot

Sirp - PTT

L'enjeu télématique p. 36
Que signifie, pour l'ensemble de la population comme pour les industriels français, le développement de la télématique ? *par Gérard Théry*

Les nouveaux réseaux informatiques p. 42
D'apparition discrète dès la fin 78, le réseau Transpac peut être considéré comme l'épine dorsale du plan français d'informatisation. *par Pierre Lindé*

La mutation des centraux téléphoniques p. 50
par J.P.I.

Les nouveaux services téléphoniques p. 52
La commutation électronique a été la condition de base à l'introduction de services nouveaux, tout récents ou sur le point d'apparaître. Cela va de la téléalarme pour les personnes âgées à la téléconférence. *par J.-P. Icikovics et J. Pellandini*

Sirp - PTT

La nouvelle télévision p. 64
Magnétoscopes préprogrammés, programmes à la carte, possibilités d'intervention du téléspectateur en cours de programme, autant d'innovations dont certaines ont dépassé le stade expérimental...
par Florence Chardin

Ordinateur et enseignement p. 72
Aux États-Unis, les expériences d'enseignement assisté par ordinateur sont déjà fort nombreuses. En France, le temps presse : le programme 10 000 « micro » est inscrit dans le plan gouvernemental.
par J.-P. Icikovics

Les banques de données p. 86
La France cherche actuellement à rattraper le retard considérable qu'elle a pris par rapport aux États-Unis en matière de banques de données. Le problème est d'importance : que les USA ne contrôlent pas, à eux seuls, le « savoir » du monde entier.
par Philippe Mauger

Espace et télécommunications p. 98
Depuis Early Bird, premier satellite géostationnaire de télécommunications, de multiples programmes ont vu le jour partout dans le monde. Et avec eux nombre de conflits...
par Florence Chardin

Les télécommunications militaires p. 110
Les militaires sont de très gros — même si discrets — consommateurs de télécommunications spatiales.
par Pierre Condom

Encart abonnements Science et Vie (exemplaires France) p. 81-82

Médecine et informatique p. 120
L'informatisation de certains secteurs du domaine médical ne va pas sans problèmes. Dès qu'on parle d'*aide au diagnostic*, les réticences du corps médical se font vives...
par Madeleine Franck

L'informatique distribuée p. 130
A l'heure des microprocesseurs, un large débat s'est ouvert entre partisans d'une informatique fortement centralisée et ceux des systèmes « distribués », bénéficiant d'une autonomie beaucoup plus large.
par Ginette Bléry et Bernard Kapp

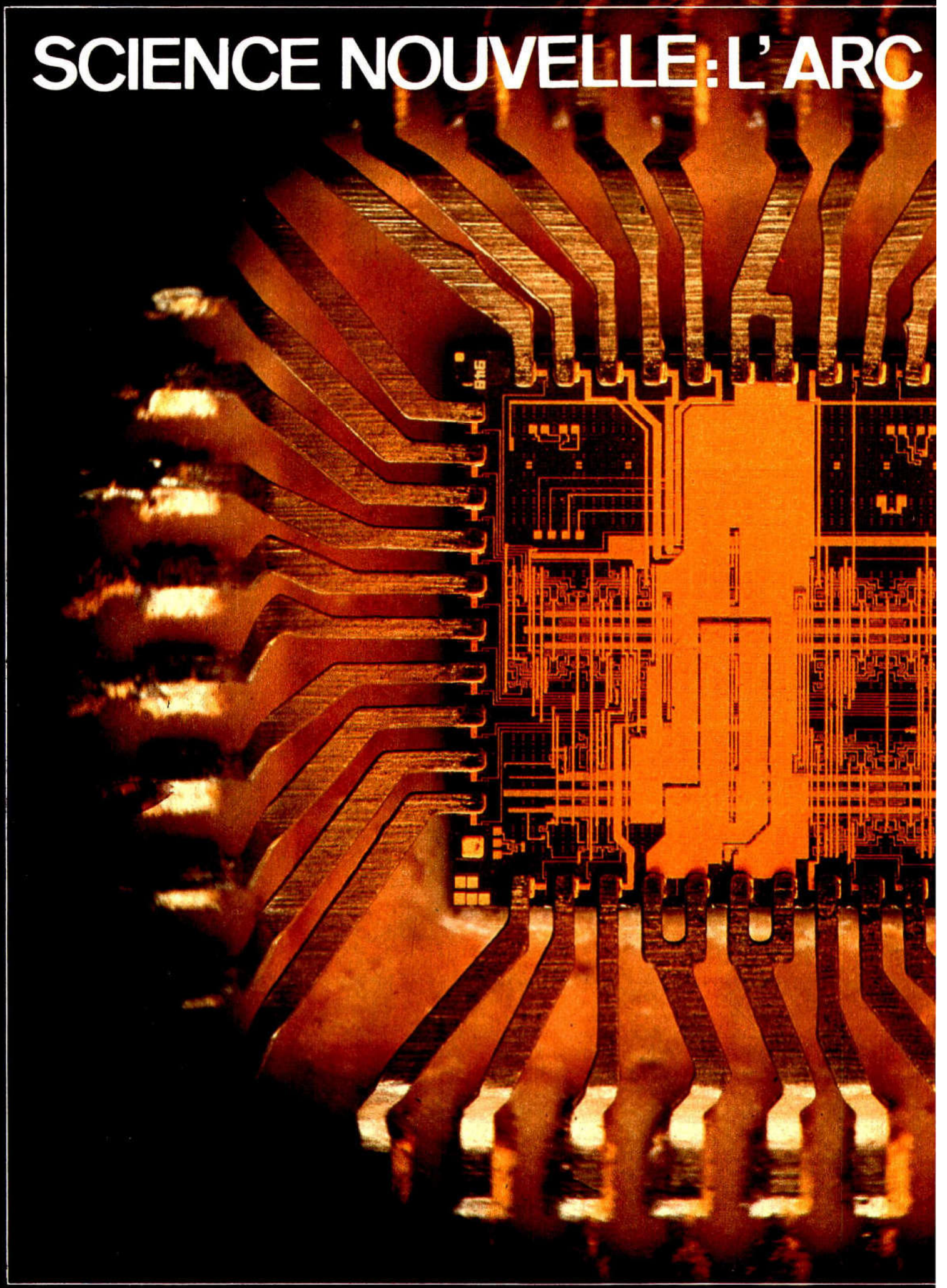
L'ordinateur individuel p. 136
Il sera peut-être, demain, à la fois la bonne à tout faire et le « cerveau » du foyer.
par Patricia Poupaert

Control Data

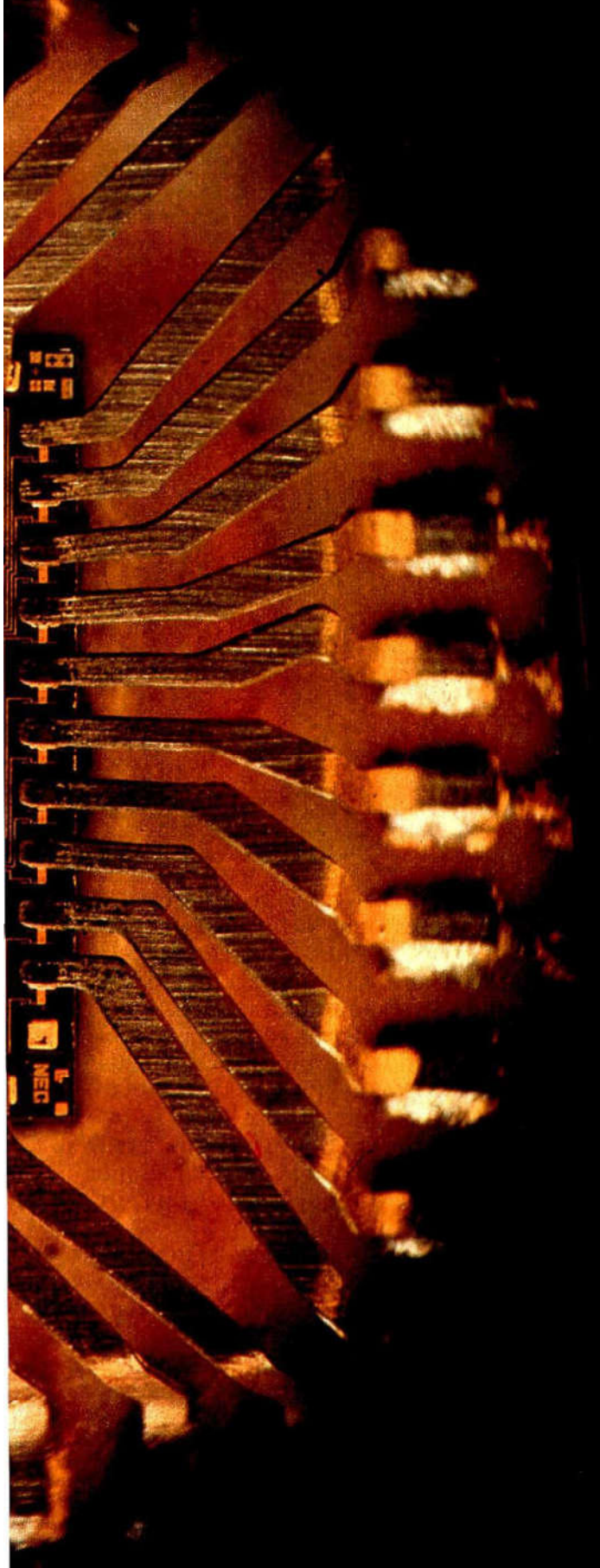
La conception assistée par ordinateur p. 146
Longtemps réservée aux industries de pointe, la CAO pourrait voler au secours de manufacturiers beaucoup moins prestigieux.
par Michel de Pracontal

La révolution des « calculettes » p. 152
Les calculatrices de poche se situent certes en marge de la télématique. Elles n'en sont pas moins le produit de « l'explosion » des composants.
par Luc Fellot

SCIENCE NOUVELLE : L'ARC



HITECTURE INFORMATIQUE



Un grand bond en avant, un saut qualitatif sans mesure, se prépare, pour les toutes prochaines années, en informatique. Il ne sera plus le fait de la seule évolution technologique des composants électroniques. C'est la conception même de nouvelles organisations logiques à l'intérieur des machines — ce que l'on nomme « l'architecture des systèmes » — qui en sera la cause. Elles permettront, par une spécialisation extrême des tâches au cœur même de l'ordinateur, de décupler la puissance du traitement et le volume des données. Elles feront en fait exploser les limites de la télématique.

Un ordinateur, tout comme un batiment, est constitue par une accumulation de materiaux divers selon un processus bien defini mais evolutif au cours du temps. Un ordinateur ne resulte pas plus de l'entassement au hasard de composants electroniques qu'une habitation même primitive n'est constituee d'un simple tas de pierres. Antoine de Saint Exupery a bien traduit ce concept d'association, ou d'integration au sens technologique actuel du terme, lorsqu'il ecrivit : « Seule la cathedrale est sens des pierres » Et ce « sens » des pierres ou des composants electroniques n'est revele que par l'architecture Ce n'est d'ailleurs pas pour rien que le mot « architecture » se trouve utilise aussi bien pour les batiments que pour les ordinateurs

Dans la conception d'un materiel informatique, la disposition des divers composants et sous ensembles conditionne les performances et la fonctionnalite finales, de la meme maniere que le mode de juxtaposition des pierres ou de mise en œuvre des divers autres materiaux entraine la beauté et l'habitabilite d'un batiment. Dans les deux cas, avec les memes elements de base et des architectures differentes, on peut aboutir a des resultats foncierement différents. Mais, si l'architecture dans son sens primitif est devenue une science maitrisée par l'homme, l'architecture des ordina

IBM

teurs n'en est qu'à ses premiers balbutiements. Cela résulte, d'une part, de la très faible ancienneté de cette discipline, que l'on ne peut encore qualifier ni de science ni d'art, et d'autre part, de l'extrême rapidité d'évolution des matériaux de base que constituent les composants électroniques.

Bien que l'architecture informatique, depuis à peine plus d'une vingtaine d'années, procède plus d'un recueil de recettes empiriques que d'une véritable science, des progrès considérables ont déjà été accomplis et d'importantes tendances d'avenir se font jour. Grâce aux développements et aux perfectionnements de cette architecture, les matériels informatiques connaissent une évolution accélérée. Ils gagnent constamment de la puissance et en même temps satisfont de plus en plus facilement les besoins des hommes.

LA FIN DES GÉNÉRATIONS. Jusqu'à une période encore récente — c'est-à-dire jusqu'au début des années 70 —, la classification des ordinateurs dans le temps s'effectuait par « générations » successives, un peu de la même manière dont on classe les monuments et les mobiliers par « styles » avec toutes les périodes transitoires que cela nécessite. Il s'agissait, à l'origine, d'une classification de nature technologique qui, au-delà des arguments de vente, correspondait à une réalité.

Avec le recul, elle apparaît aujourd'hui non seulement comme une solution de facilité mais aussi comme l'aveu d'une absence de maîtrise du problème. On pensait alors que la quasi totalité de l'évolution de l'informatique était conditionnée par l'évolution technologique des composants électroniques. La réalité est plus complexe.

Les trois générations initiales d'ordinateurs étaient donc nettement différenciées par la nature des composants qui entraient dans leur fabrication. La première génération, la plus ancienne de toutes, et la première qui justifia a posteriori l'attribution du nom d'*ordinateurs* aux matériels (on disait « calculateurs électroniques »), fut celle des ordinateurs à lampes. La seconde génération vit les lampes ou tubes électroniques remplacés par des transistors, tandis que la troisième fut marquée par l'introduction des premiers circuits intégrés dans la circuiterie des machines informatiques.

La génération « héroïque » : les ordinateurs de 1947 étaient à base de tubes à vide et de relais électromagnétiques. Inutile d'insister sur le volume de ces premières machines à traiter l'information.

On pensait que des ordinateurs de quatrième puis de cinquième génération apparaîtraient sur le marché. Il n'en fut rien, du moins selon ce type de classification. Il se révèle en effet que l'attribution aux seuls composants électroniques de l'évolution des performances des ordinateurs devenait chaque année moins justifiée. D'autres phénomènes entrent en effet en jeu, dont le développement du *logiciel* qui a seulement conquis ses véritables lettres de noblesse à la fin des années 60.

On a alors « repensé » les générations, et avec des périodes relativement voisines de celles des générations technologiques, on a distingué une première génération avec les machines à programmation *externe* (tableaux de connexions notamment), une seconde avec la programmation enregistrée *en mémoire centrale* (machines de Von Neumann) et enfin, une troisième génération avec l'apparition du « Système d'exploitation » (operating system). Ce dernier système organise les opérations se déroulant dans toutes les parties de l'ordinateur, gère l'ensemble des moyens informatiques et en optimise la gestion et l'exploitation. Ainsi étaient nées les « générations logicielles », qui n'eurent en fait pas plus de descendance que les « générations technologiques ».

Car, en dépit de son importance croissante, le logiciel n'est pas seul en cause ni même prépondérant. Simultanément, il se diversifie rapidement, au moins au même rythme que les composants. En outre, les frontières entre le logiciel et le matériel ne sont plus aussi franches et nettes qu'à l'origine. L'architecture informatique prenait toute son importance.

PARALLÉLISME ET SIMULTANÉITÉ. Par architecture informatique, on doit entendre l'organisation logique existant à l'intérieur de la machine. C'est-à-dire l'implantation des composants pour former les différents sous-ensembles, les fonctions attribuées à ces sous-ensembles et les relations que ces sous-ensembles doivent avoir entre eux.

Ainsi conçue, l'architecture informatique constitue non seulement un arrangement matériel, mais inclut aussi une grande partie du logiciel de base de l'ordinateur et peut même influer sur la structuration des logiciels d'application. Cette conception du matériel informatique, beaucoup plus globale, présente de surcroît l'avantage de gérer des fonctions et des relations sans avoir, dans un premier temps, à tenir compte si celles-ci sont écrites par l'homme en logiciel classique ou réalisées matériellement et dynamiquement sous forme de mémoires ou de microprocesseurs.

Dans l'état actuel de la technique, le suivi de l'évolution de l'architecture informatique reflète plus fidèlement l'évolution des ordinateurs, que ceux-ci soient des géants renfermés dans de nombreuses armoires, ou de minuscules matériels organisés autour de quelques « puces » de silicium. Les fonctionnalités sont les mêmes dans les deux cas ; seules les puissances de traitement et la masse des informations manipulées varient.

Le découpage en *blocs fonctionnels* a pour but essentiel d'accroître constamment la simultanéité des opérations et de permettre d'en réaliser plusieurs parallèlement. En remontant dans le temps, on peut d'ailleurs constater que la démarche de l'évolution des ordinateurs a constamment été menée dans ce sens. Dans les premiers « calculateurs électroniques », les opérations de calcul ou de traitement en unité centrale s'arrêtaient lorsque l'on avait besoin de saisir des informations. On pouvait seulement ou *entrer* des données dans la mémoire ou réaliser un calcul en unité centrale. Cette dernière unité gérant l'ensemble de la machine, la simultanéité des opérations de saisie et de traitement ne pouvait être réalisée.

Une première évolution dans l'architecture de base des machines a conduit à découpler ces fonctions afin de pouvoir les réaliser en parallèle sans interférer l'une sur l'autre, ni se nuire l'une l'autre. Puis, les ordinateurs sont passés à la multiprogrammation.

Deux ou plusieurs travaux différents sont alors réalisés dans la même unité centrale par un déroulement alterné ; chaque programme avançant durant les temps morts des autres, cela permet une utilisation beaucoup plus rationnelle des possibilités de traitement de l'unité centrale. Et c'est l'évolution de l'architecture informatique, liée à une conception nouvelle du logiciel, notamment la notion de système d'exploitation, qui ont permis de franchir ce pas fondamental. Beaucoup plus que l'évolution technologique des composants. Ces derniers, à ce stade, réduisaient les temps de traitement et accroissaient les masses de données mémorisables.

DÉMULTIPLICATION ET SPÉCIALISATION. En même temps, une spécialisation commençait à apparaître au niveau de blocs précis du système informatique, toujours dans

IBM

le but de soulager l'unité centrale de certaines fonctions, ce qui conduisait à les confier à des unités spécialisées.

Un exemple caractéristique est fourni par les « ordinateurs frontaux ». Sous ce vocable, on désigne une unité opérationnelle du système informatique qui est chargée de la gestion des communications à distance, c'est-à-dire des relations avec les lignes de télécommunications et les terminaux qui se trouvent à leurs extrémités. De même, les mémoires centrales disposent « d'anté-mémoires » ou de systèmes de « mémoires virtuelles ». Celles-ci permettent selon des méthodes diverses, grâce à leur spécialisation, d'accélérer l'acquisition de données ou d'éléments de logiciel par l'unité centrale avec un délai aussi court que possible à partir du moment où le besoin en a été exprimé. Dans tous ces cas, il y a recherche de simultanéité et de réalisation d'opérations en parallèle.

L'évolution actuelle de l'architecture informatique consiste à franchir de nouveaux pas dans ce parallélisme et cette simultanéité. Dans un premier temps, l'accroissement de performances s'obtient en démultipliant automatiquement les unités opérationnelles, puis dans l'avenir, on envisage une certaine spécialisation. Voici comment s'orientent les études.

Nous venons de voir que la multiprogrammation simultanée de plusieurs programmes dans une même unité centrale était possible. De ce stade, on est ensuite passé à celui de systèmes informatiques possédant deux ou plusieurs unités centrales (ou processeurs) : ce sont les actuels biprocesseurs et multiprocesseurs.

Dans les développements en cours, sont envisagés des systèmes informatiques dotés d'un grand nombre de processeurs dont la juxtaposition accroîtra la puissance globale de traitement tout en permettant le déroulement en parallèle de plusieurs programmes. Au-delà de cette première généralisation du principe de la multiprogrammation, les recherches portent sur une évolution du même ordre pour le logiciel. Actuellement, un programme se déroule toujours en séquentiel, c'est-à-dire que toutes les opérations nécessaires sont décomposées de manière à se dérouler successivement dans le temps et jamais simultanément. Avec de multiples processeurs, dans un même système informatique, une telle simultanéité pourrait devenir possible.

Schématiquement, cela pourrait se passer de la manière suivante. Prenons l'exemple de l'établissement des feuilles de paie dans une entreprise. Actuellement, l'ordinateur prend l'employé « A », multiplie son nombre d'heures par le taux horaire, effectue chacune des retenues, de sécurité sociale, de retraites, ajoute la prime de transport, etc, pour aboutir à la somme nette. Pour tous les employés, il reprendra séquentiellement les mêmes opérations.

Avec les transistors, se matérialise ce qu'on a pu appeler la « deuxième » génération de machines, « calculatrices » dotées par ailleurs de bandes magnétiques. Troisième génération, celle des « disk-packs », dans cette page.

Miltos Toscas

VERS LES ORDINATEURS AUTOGESTIONNAIRES. Avec un système à multiprocesseurs, un premier processeur pourrait pour chaque employé multiplier le taux horaire par le nombre d'heures ; en même temps, un second calculerait la retenue maladie ; un troisième la retenue retraite de la sécurité sociale ; un quatrième la retenue caisse complémentaire, etc. jusqu'au dernier qui définirait le montant à payer et déclencherait l'impression de la feuille de paie. Ce fonctionnement avec une architecture dite en « multitâches » pourrait contraindre à une écriture différente des programmes, mais aboutirait à une exécution à la fois plus logique et plus rapide de ces programmes.

Au niveau des recherches avancées sur les architectures futures, des systèmes encore plus démultipliés mais aussi plus spécialisés sont envisagés.

Jusqu'à présent, les architectures évoquées n'ont fait appel qu'à une multiplication des processeurs dont tous ont des potentialités identiques. Ce sont des architectures dites « multiprocesseurs homogènes ». Le pas suivant pourrait être constitué par des structures réalisées avec des « multiprocesseurs hétérogènes ». Certains pourraient être spécialisés dans un type de langage, dans un type d'accès (à des bases de données ou à des mémoires virtuelles notamment), dans un type de périphériques (généralisation de l'ordinateur frontal), dans un type de fonction, etc. Et pour accroître encore puissance et simultanéité, chacun de ces processeurs, avec tout son environnement propre de périphériques, de mémoires centrales, de mémoires de masse, d'entrées-sorties, de moyens de télécommunications, etc., pourrait à son tour être constitué selon une architecture « multiprocesseurs » homogènes, ou pourquoi pas hétérogènes.

On touche alors le niveau de complexité — du moins apparent — d'une telle architecture, mais en même temps on imagine facilement la puissance de traitement qui pourrait être dégagée de cette organisation. Évidemment, une telle architecture de « multiprocesseurs » hétérogènes à plusieurs niveaux soulève des problèmes extrêmement complexes de relations entre eux pour qu'ils puissent fonctionner de manière efficace. Cependant, les concepteurs d'architectures informatiques avancées misent à la fois sur l'évolution de la technologie et sur la maîtrise de logiciels très élaborés.

Ils vont même, dès maintenant, jusqu'à prévoir que la spécialisation de chaque groupe de processeurs hétérogènes pourrait ne pas être « figée ». Cette spécialisation pourrait être modifiée en nombre et en qualité en fonction des besoins instantanés, soit par intervention extérieure, soit par « autogestion » du système informatique lui-même, en fonction de ses besoins immédiats ou de circonstances particulières. Parmi ces dernières, figure la panne, où le système effectuerait une « reconfiguration » automatique pour continuer à assurer ses travaux avec, simplement, une infime diminution de vitesse en attendant la remise en fonctionnement du module défaillant.

CHERCHER DES LIONS DANS LE DÉSERT. L'architecture informatique ne doit pas se contenter de structurer le matériel. Elle doit aussi de plus en plus se préoccuper des informations qui doivent être traitées par les

« Cray One », à l'heure actuelle l'ordinateur le plus puissant du monde, se caractérise par sa forme circulaire, qui réduit la longueur des liaisons, donc les temps de transfert des éléments d'information.

ordinateurs. Jusqu'à présent, données et programmes chargés de les traiter étaient soit totalement *entrés* en mémoire centrale avant le début du traitement, soit appelés à partir d'une mémoire externe au fur et à mesure des besoins pour les traitements les plus importants.

Ce mode de fonctionnement n'est possible que pour la résolution de problèmes finis et délimités se déroulant selon un processus rationnel, sinon séquentiel, mais que de toute manière l'art des analystes et programmeurs ramène à une forme séquentielle. Il s'ensuit, par définition, que l'on connaît a priori la nature exacte et la quantité précise des données qui seront nécessaires et suffisantes à l'ordinateur pour effectuer le traitement. Depuis l'origine de l'informatique, même avant que le vocable n'existe, on a travaillé ainsi avec des variantes et des adaptations diverses. Autrement dit, pour chaque « travail », l'ordinateur recevait une ration de données constituée des seules données utiles et accompagnée du mode d'emploi, c'est-à-dire le programme de traitement.

Aujourd'hui, avec le concept de « banques de données », ce principe est remis en question. On considère désormais, à juste titre, que dans la vie courante, un lot de données isolées est purement artificiel ou tout au moins éphémère. Ce lot de données utile à un instant déterminé appartient à un ensemble beaucoup plus vaste dont certains éléments sont constants, d'autres évolutifs ou variables et d'autres encore déductibles d'un ou de plusieurs éléments précédents, par exemple l'âge d'une personne déductible de sa date de naissance et de la date du jour. Dans ces conditions pourquoi, lors d'un travail donné, extraire du grand ensemble le lot réduit et éphémère d'informations pour le transmettre à l'ordinateur ? Pourquoi ne pas faire en sorte que l'ordinateur aille lui-même chercher dans l'ensemble les informations dont il a besoin et seulement au moment où il en a besoin ? C'est, décrit d'une manière très schématique, l'une des formes d'exploitation de ce que l'on appelle les «banques de données ».

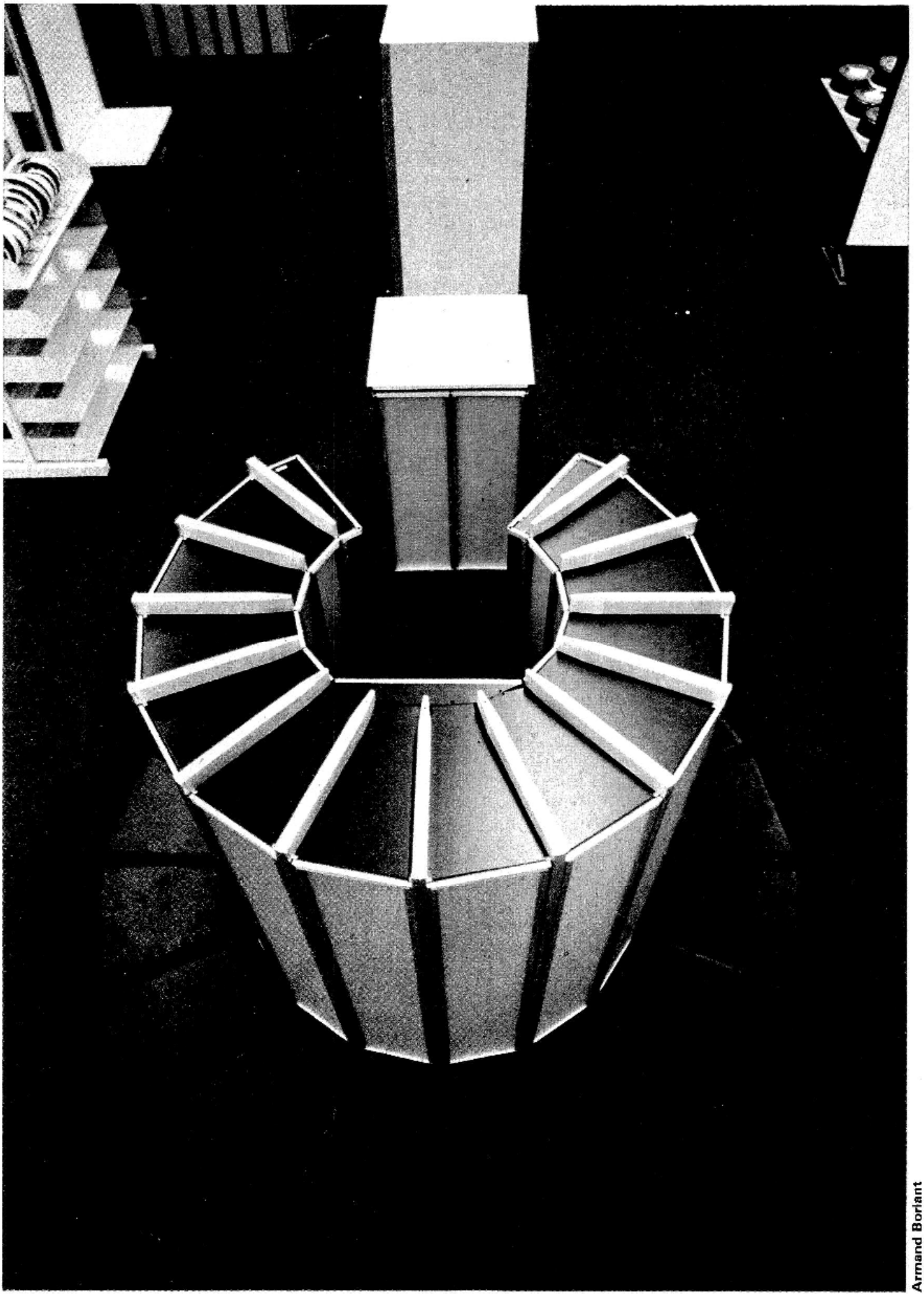
Les spécialistes des banques de données se penchent également sur des problèmes « d'architecture », certes différents de ceux des ordinateurs, qui portent sur la structuration logique des informations, sur leur implantation sur les différents types de mémoires utilisables, de manière à faciliter leur accès à l'ordinateur lorsqu'il en a besoin.

Aujourd'hui, les types « d'architectures » de banques de données sont surtout internes à la mémoire support, mais des recherches avancées portent sur la mise au point de sortes « d'anté-mémoires » d'un nouveau genre qui permettraient d'accélérer l'accès aux données les plus fréquemment utilisées — lorsque cela est possible — ou de préparer à l'avance en mémoire rapide les lots de données qui seront nécessaires pour la réalisation des travaux programmés.

Pour les travaux habituels de gestion ou de calcul scientifique et technique, des solutions sont en vue, mais le problème se complique dès que l'on envisage les applications nouvelles qui se font jour avec les banques de données. Deux exemples simples permettent de comprendre le niveau de complexité atteint aujourd'hui.

Premièrement, une banque de données doit permettre des sélections du type : quelles sont toutes les personnes nées en 1942 qui ont les yeux bleux et qui possèdent une voiture rouge immatriculée dans les Hauts-de-Seine ? Actuellement — en attendant la mise au point de « mémoires associatives » ou de méthodes se rapprochant de ce mode idéal de fonctionnement — la seule méthode consiste à passer en revue sur chacun des critères la *TOTALITÉ* de la banque des données, puis à comparer les différents fichiers partiels pour atteindre le résultat par éliminations successives. On conçoit alors qu'avec une future architecture d'ordinateur à multiprocesseurs multitâches, évoquée précédemment, on pourrait parallèlement effectuer les tris sur les différents critères dans des processeurs séparés alors qu'un autre confronterait les résultats pour ne retenir que ceux où tous ces critères sont présents. Dans tous les cas, ce peuvent être des millions d'opérations à réaliser dont seules quelques-unes sont fructueuses. Comme disait le célèbre astronome et physicien anglais Sir Arthur Eddington : « Il est facile de trouver des lions dans le désert. Il suffit de passer le sable, les lions restent dans le fond du tamis ».

LA DIVISION FAIT LA FORCE. Le second exemple révèle une complexité encore plus grande. Il s'agit de recherches imprévisibles, voire irrationnelles, dans la banque de données, comme cela peut se produire notamment au cours d'une recherche documentaire, non pas sur des références bibliographiques, mais sur des textes intégraux. Non seulement une telle recherche s'effectue généralement sur



Armand Borlant

Ordinateur biprocesseur CII-HB au centre « serveur », la grande banque de données installée à Sophia-Antipolis, près de Nice.

une pluralité de critères, comme dans l'exemple précédent, mais en plus, ces recherches sont déclenchées d'une manière imprévisible selon la seule volonté et les besoins de celui qui interroge la banque de données.

Avec des banques de données très vastes qui n'existent pas encore, mais telles que l'avenir les prépare, on aboutirait à des temps de réponse extrêmement longs. D'où les recherches actuelles pour déterminer s'il est possible de diminuer ces temps de sélection par des structures particulières ou même d'anticiper sur les demandes ultérieures prévisibles. Inutile de dire que nous n'en sommes qu'au tout début de ces recherches et que l'évolution technologique peut conduire vers des voies nouvelles.

Cependant, les « architectes en informatique » ne se laissent pas décourager et se préoccupent simultanément d'un autre problème qui commence déjà à être actuel : celui des banques de données réparties. En effet, jusqu'à présent, nous n'avons considéré que le cas d'une banque de données située en un lieu et placée tout entière dans un système de mémoire de masse unique. Cela n'est possible que pour les banques de données actuelles que l'on peut qualifier de primitives parce que restreintes dans leurs prétentions, donc par voie de conséquence dans leur exploitation. Mais, de même que la vérité et la connaissance ne peuvent être le monopole d'un seul homme, la solution à un problème déterminé peut, dans la majorité des cas, ne pas dépendre d'une banque de données unique.

DES RÉSEAUX EN TOUS GENRES.

Aujourd'hui, avec les banques de données d'entreprises commençant à mettre en œuvre une informatique distribuée (autonome ou par réseau interposé), on peut s'en sortir par recopies et duplications (1) ou encore par des hiérarchisations qui ôtent à l'ensemble certaines caractéristiques essentielles des banques de données. Pour maintenir une cohésion parfaite, en dépit de la division et de la répartition, on recherche des architectures de bases de données réparties qui puissent conserver la force d'une base de données centralisée avec l'unité des mises à jour. Le développement de l'informatique répartie et celui des réseaux de transmission de données rendent cette démarche urgente et indispensable.

Une telle organisation de banques de données réparties peut notamment revêtir une importance primordiale pour la consultation simultanée de plusieurs fonds de documentations disséminés dans le monde.

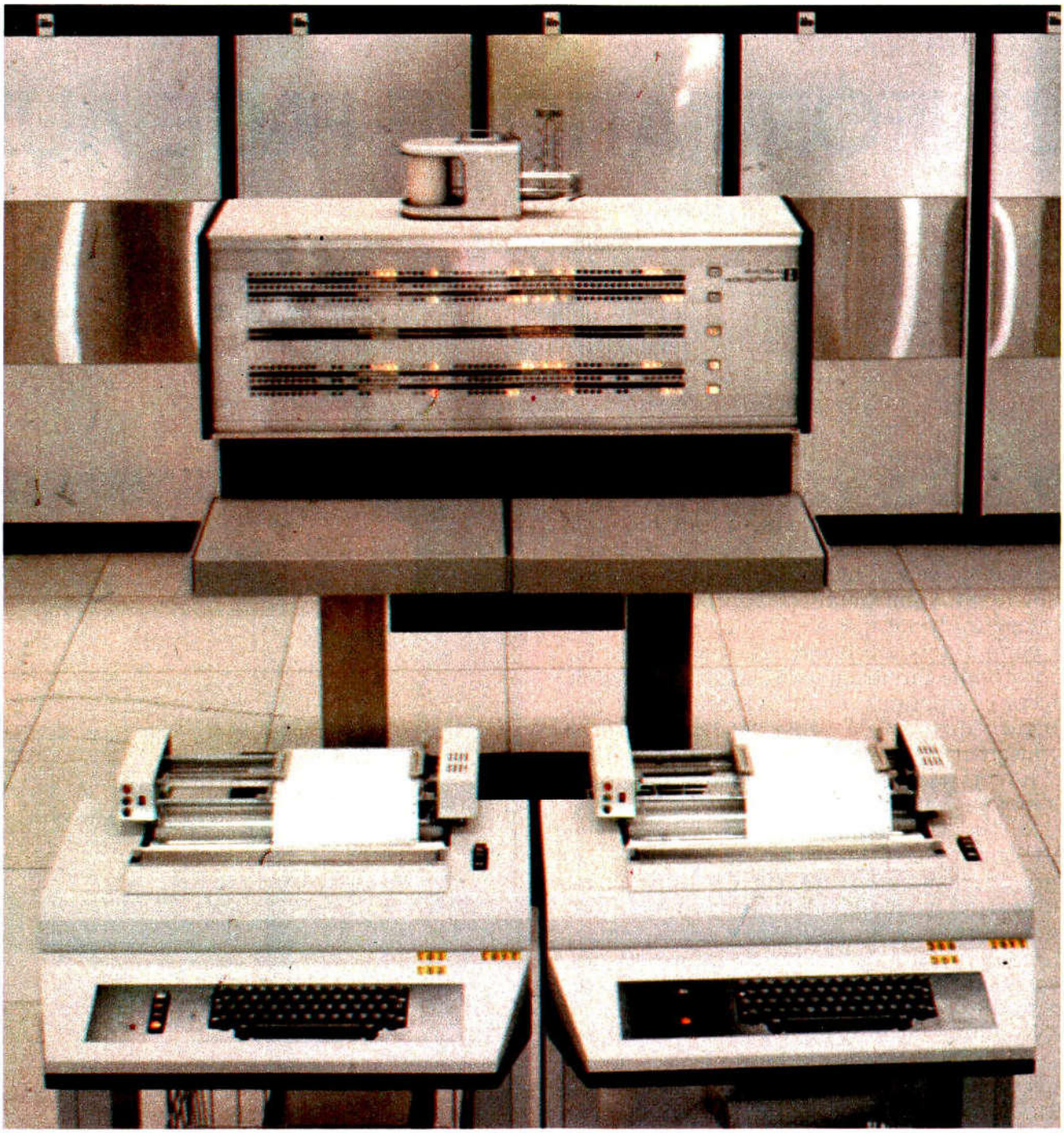
Vue futuriste certes, mais puisque les réseaux publics de transmission de données commencent à s'interconnecter, le problème ne tardera pas à se poser d'une manière cruciale. Un jour, relativement proche, viendra où le fait de mettre en marche un terminal n'entraînera pas obligatoirement la mise en relation avec un ordinateur déterminé, choisi ou non par l'opérateur du terminal. Ce sera, par exemple, la question posée qui déterminera le choix.

En effet, nous avons vu précédemment que dans les architectures futures de systèmes informatiques, on pouvait concevoir des structures à multiprogrammes hétérogènes. Si la question posée est formulée en langage « A », ce sera le processeur spécialisé dans ce langage qui entrera en fonction, quitte après traduction à interroger d'autres processeurs, etc.

En réalité, bien que nous concevions cet ensemble multiprocesseur comme une machine unique, nous sommes en face d'un « réseau de processeurs » limité dans l'espace. Rien théoriquement, à part les délais de communications et la gestion des relations, ne s'oppose à ce que les divers processeurs soient répartis en n'importe quel point de la Terre ou de l'espace.

Les relations d'ordinateurs à ordinateurs des réseaux actuels de transmission de données ne constituent donc que les protocoles embryonnaires de celles qui sont en cours d'études et dont certaines ne déboucheront sur le marché qu'à la fin du siècle. Aussi, que ce soit pour le traitement ou la gestion de banques de données (ou de programmes), la répartition géographique ne sera plus un handicap. Dans tous les cas, on gèrera des réseaux de processeurs homogènes ou, surtout, hétérogènes, qu'il s'agisse d'un microprocesseur intégré sur une « puce » de semi-conducteur, d'un ordinateur multiprocesseur contenu dans un meuble plus ou moins volumineux en fonction de sa puissance, ou encore d'un réseau de taille nationale ou internationale. On se trouvera ainsi ramené à un problème de gestion et d'interconnexion de réseaux de tailles extrêmement variables. Il s'agira de trouver des protocoles et des normes qui permettront de faire dialoguer les plus petits et les plus grands d'une manière un peu analogue à ce qui se

(1) Avec tous les risques que cela comporte pour les mises à jour, surtout lorsqu'elles sont fréquentes.



Télésystème

passe aujourd'hui pour des périphériques fonctionnant à des vitesses différentes. Car, à l'avenir, dans les multiples réseaux qui se superposeront, toutes les tailles de processeurs seront présentes. Ce sera la fin de la guerre entre partisans de l'informatique répartie et partisans de l'informatique centralisée. Le maillage total des réseaux rendra cette bataille sans objet.

De la même manière, les frontières entre les télécommunications et l'informatique seront de plus en plus floues. En effet, la répartition progressive des moyens de traitement et de décision qui débute dans les réseaux téléphoniques ne peut, avec le développement de l'électronique, que s'amplifier pour conduire aussi à un maillage complet. Ainsi sont vus les réseaux de télécommunications des prochaines décennies par les futurologues techniques des grandes firmes, avec suppression ou du moins diminution du nombre et du rôle des points de concentration tels que les centraux téléphoniques.

Utilisant les mêmes technologies de base et s'orientant vers le même principe de maillage généralisé, il est normal qu'à un moment ou à un autre, télécommunications et informatique se fondent en une technologie unique. Les ordinateurs frontaux en informatique et les unités de raccordement d'abonnés décentralisés du téléphone constituent les embryons de cette future rencontre que les applications télématiques ne feront qu'accélérer.

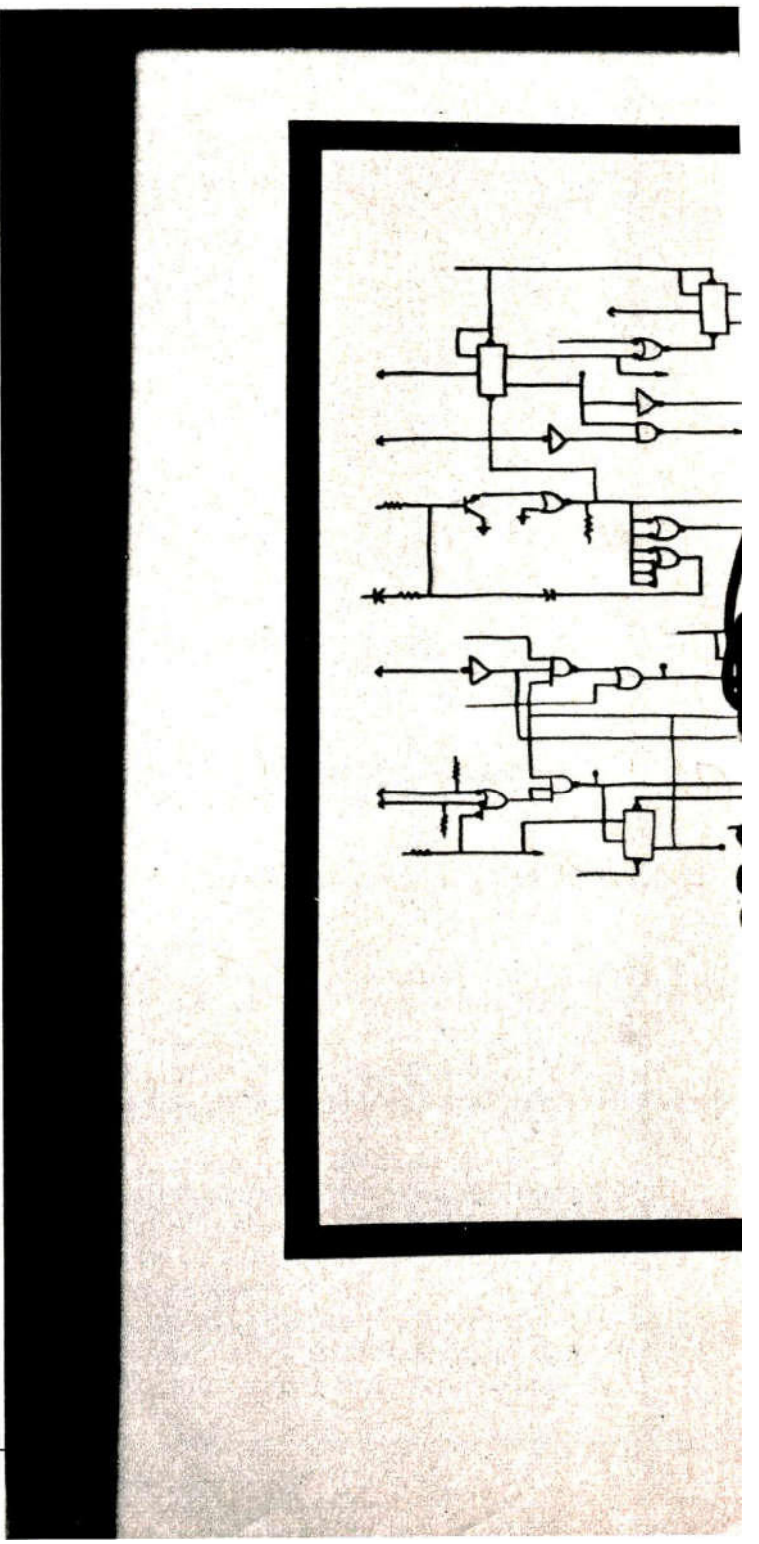
JEAN PELLANDINI

L'INFORMATIQUE FACE AUX

Parmi les facteurs d'évolution de l'informatique et des ordinateurs, les composants jouent un rôle stratégique important qui conditionne pour une bonne part la politique industrielle et commerciale des grandes entreprises mondiales. Le niveau d'intégration des composants dans les circuits intégrés « traditionnels » n'est pas seul en cause. Il faut compter aussi avec le phénomène « microprocesseur » qui tend de plus en plus à élargir ses domaines d'application. Sur un rythme extrêmement rapide, la miniaturisation touche aussi les dispositifs de mémoire.

L'ordinateur et tous les autres matériels informatiques, jusque et y compris ceux qui, avant quelques années, seront mis à la disposition du grand public, n'ont pu être réalisés que grâce aux technologies électroniques. Cependant, si en première approximation un système informatique n'est qu'un entassement de composants électroniques, une étude plus approfondie montre que la valeur marchande de ces composants avant assemblage est très éloignée du prix de vente de l'ordinateur à l'utilisateur final. Il existe une grande variété de valeurs ajoutées parmi lesquelles figurent les moyens industriels, les méthodes d'assemblage, les études d'architecture au sens global(1), le logiciel, le service de maintenance, voire de télémaintenance, etc. Ce rapport s'est d'ailleurs considérablement accru au cours du temps, au fur et à mesure de l'accroissement de la complexité des matériels informatiques. Ceci résulte notamment du fait que le logiciel prend une part grandissante.

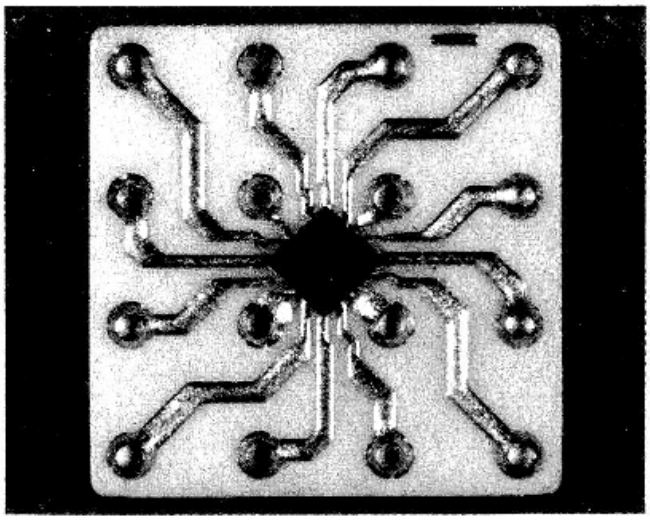
Néanmoins, les composants électroniques restent des « matériaux stratégiques » pour les constructeurs de matériels informatiques et surtout d'ordinateurs. Si l'évolution de leur technologie n'est plus aussi totalement déterminante pour les performances et les caractéristiques finales du matériel, ce qui fut le cas au cours des deux précédentes décennies, elle reste encore importante et surtout, phénomène assez récent, influe toujours plus fortement sur la stratégie globale des entreprises informatiques. Avec l'arsenal actuel de composants, on peut obtenir sensiblement les mêmes performances de matériels avec des technologies électroniques très différentes. Il est cependant nécessaire de toujours optimiser le choix pour maintenir la compétitivité avec les autres constructeurs, ne serait-ce que, sur le plan économique, au niveau des prix ; pour des questions d'approvisionnement et de durée de vie des matériels aussi.



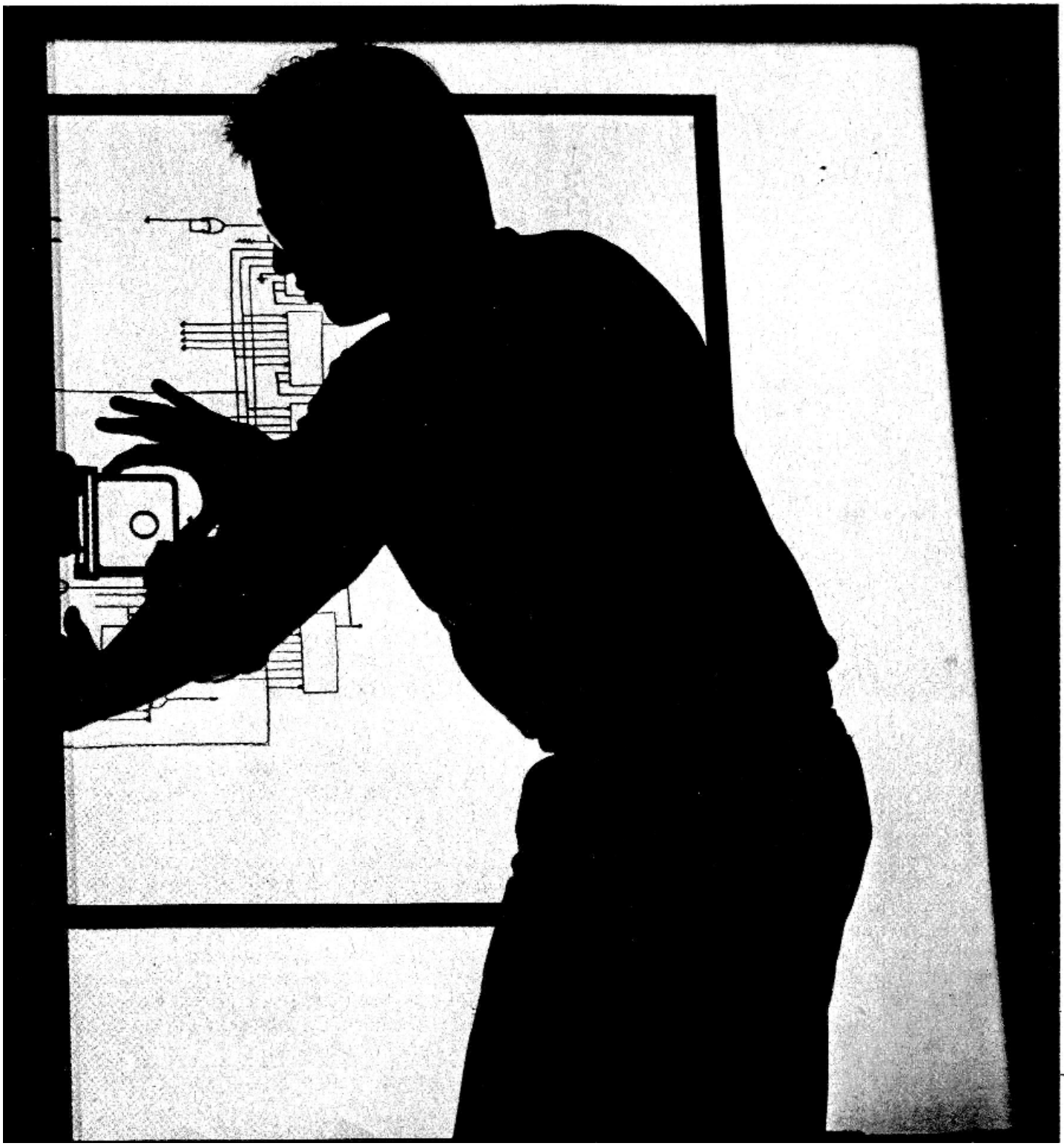
(1) Voir article précédent.

COMPOSANTS

IBM



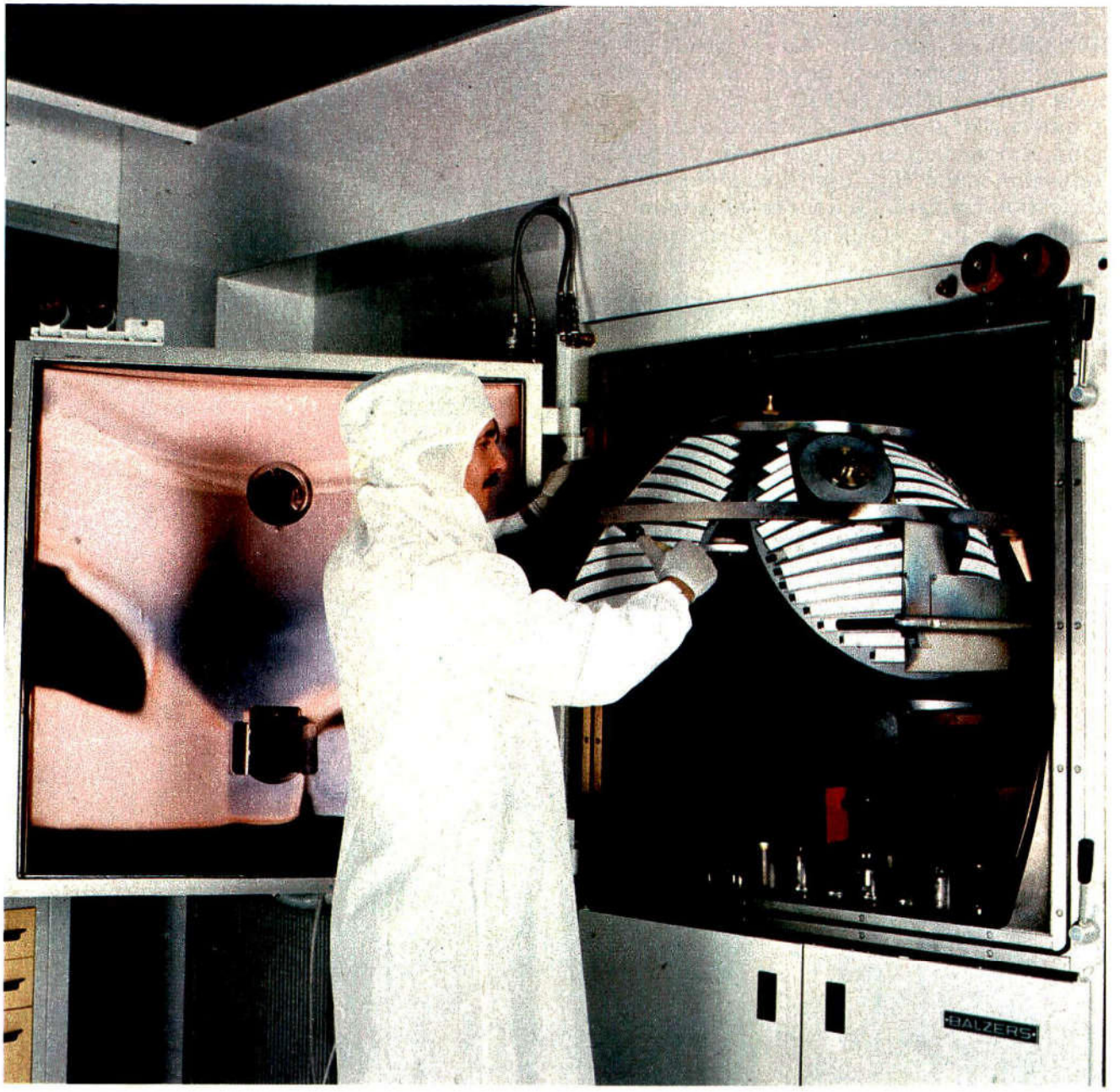
UNE STRATÉGIE DES COMPOSANTS. Généralement, un constructeur de matériel informatique ne réalise lui-même qu'un nombre relativement restreint des composants qu'il utilise. Il s'adresse au marché mondial pour la plus grande partie de son approvisionnement. En termes économiques, la fabrication intégrée d'une large gamme de composants ne se justifie guère que pour la



GTE-Sylvania

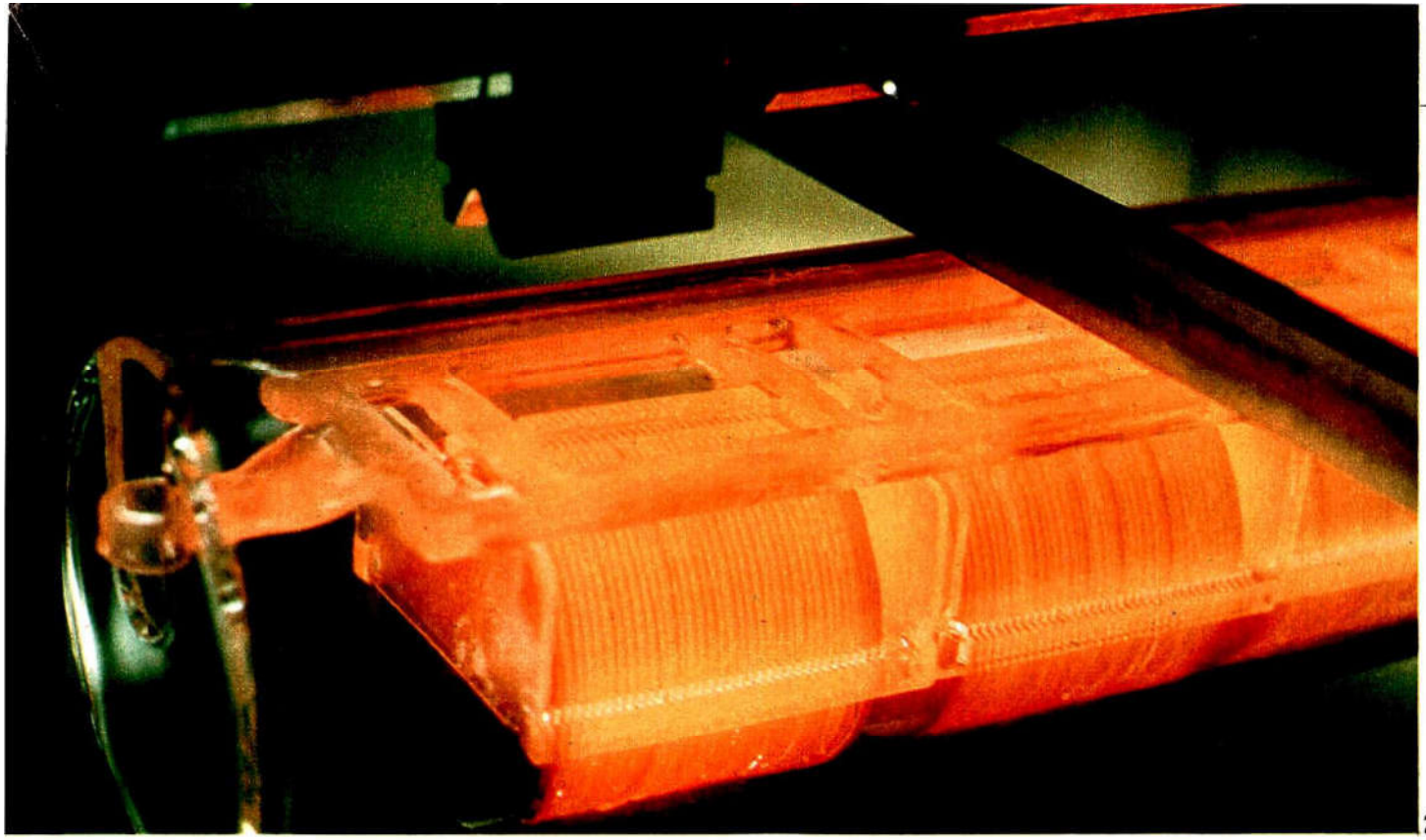
L'élaboration des composants électroniques requiert des techniques complexes, pratiquées souvent dans des salles dépoussiérées, dans des conditions qui ne sont pas sans rappeler l'aseptie chirurgicales.
1. Chargement de supports céramique sous les coupoles d'évaporation.
2. Tranches de silicium pendant les opérations de diffusion.
3. Manipulations au four à diffusion.

1



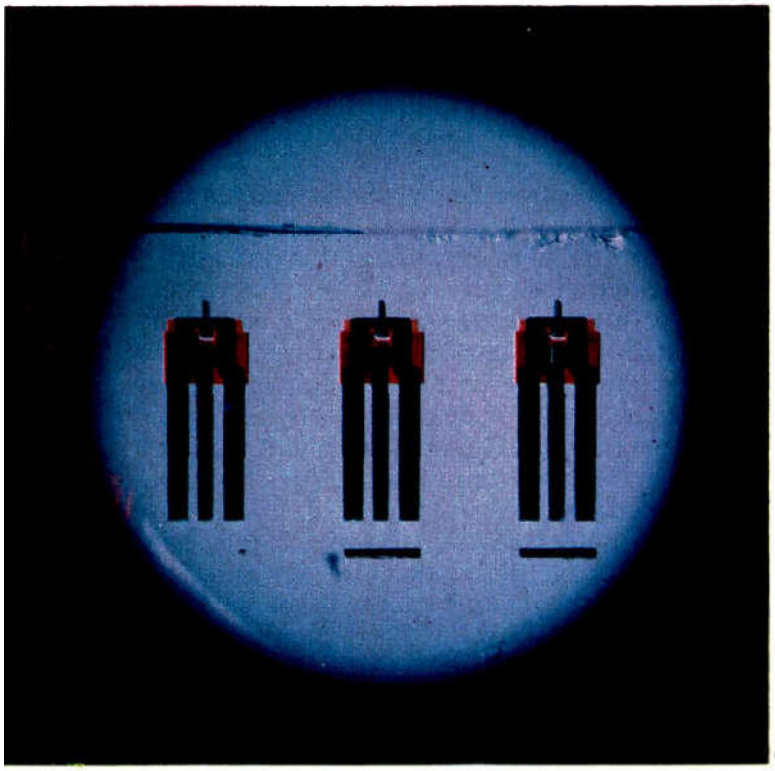
compagnie IBM ; les autres constructeurs ne bénéficient pas d'un effet de production de masse suffisant pour conserver d'année en année un prix comparable à celui du marché. En effet, globalement et à performances égales, les prix des composants chutent annuellement d'environ 30 %. Il faut donc mettre en place une stratégie très stricte afin de bénéficier au maximum de ces baisses.

Une telle stratégie se développe sur une durée qui peut être supérieure à dix ans. En effet, le choix des différents types de composants conditionne dans une certaine mesure la conception de la machine, son architecture, ses performances, son logiciel et aussi son prix. Or les premiers choix doivent intervenir au moins cinq ans avant la commercialisation des matériels, commercialisation qui elle-même peut se poursuivre au-delà de cinq ans. Le choix des composants de base apparaît donc comme le fruit d'un compromis à la fois technique et économique. Il faut, sur des composants qui n'existent pas encore, détecter ceux qui feront au cours des dix prochaines années l'objet d'une production de masse afin de bénéficier de la baisse des prix qui en dé-

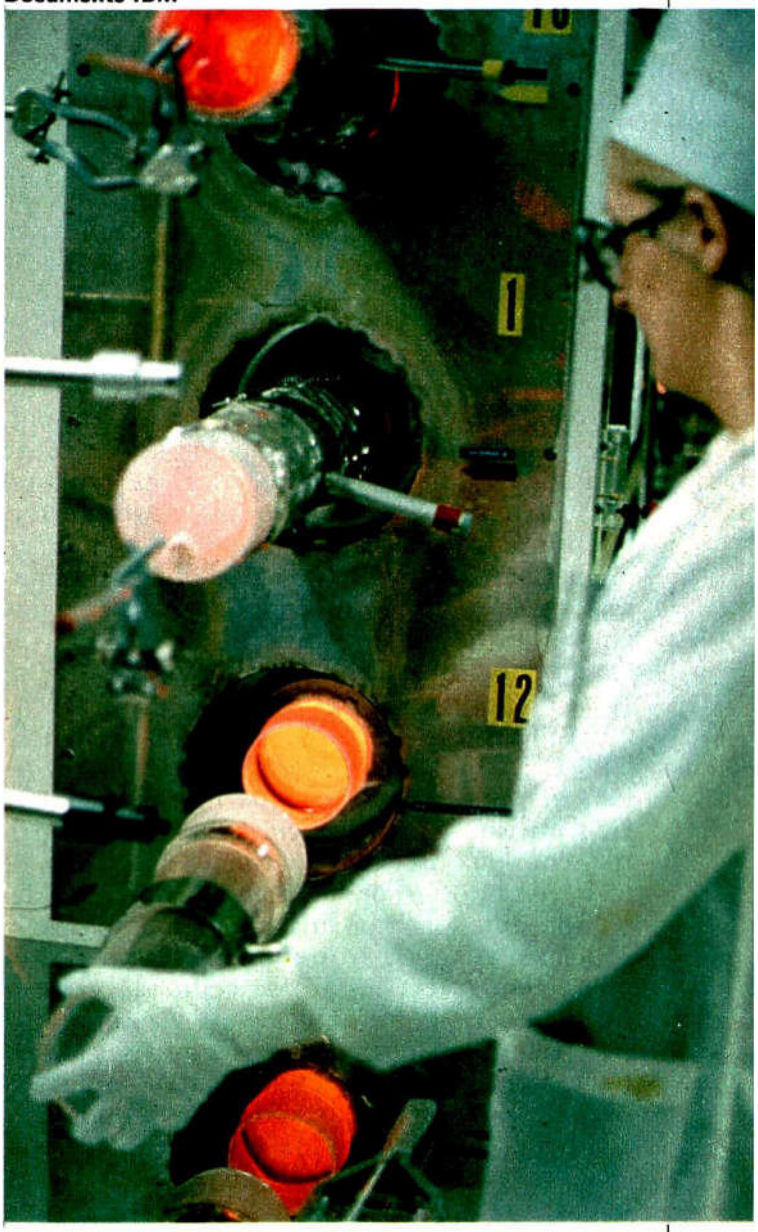


2

Documents IBM



4

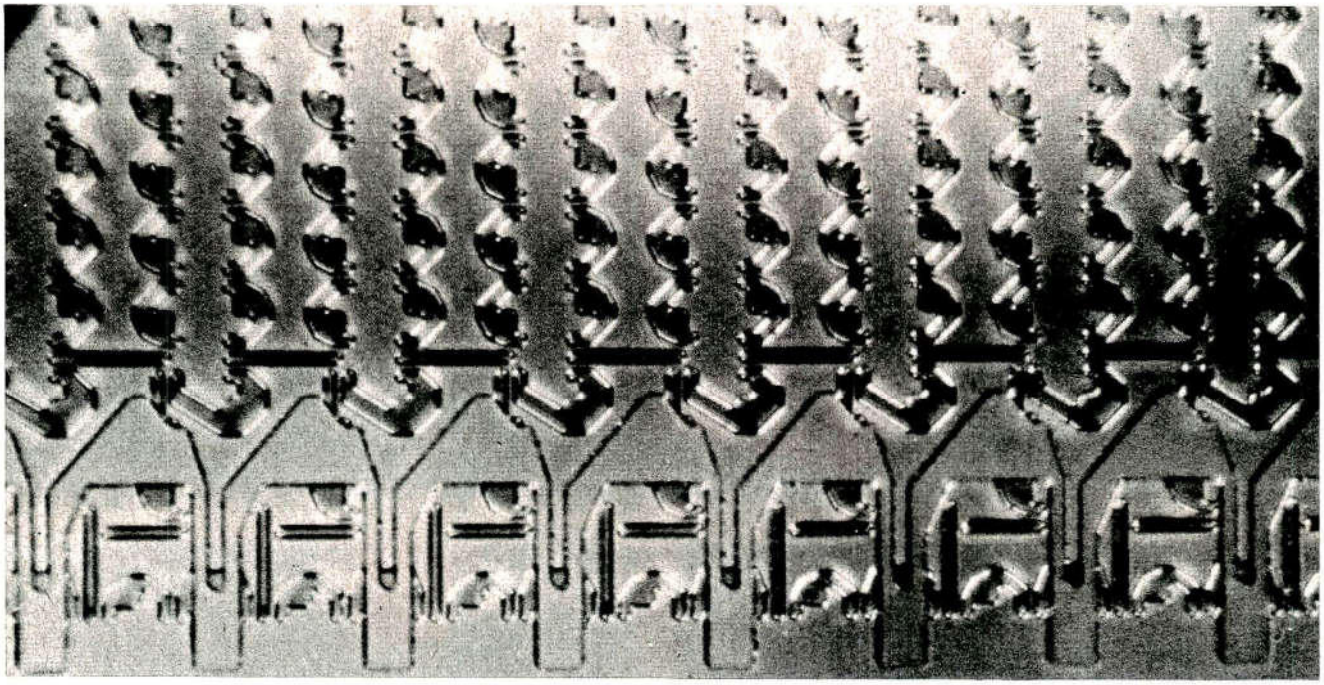


3

coulera et d'une garantie d'approvisionnement à partir, si possible, de sources différentes.

En cas de mauvais choix, même à performances égales, il ne serait pas possible d'ajuster les prix des matériels informatiques sur ceux de la concurrence : en effet, si la baisse de prix des composants est globalement de l'ordre de 30 %, elle peut être très inférieure si les besoins des constructeurs sont insuffisants. Dans ces conditions, le constructeur n'a plus qu'à redessiner certaines parties de ses matériels afin de changer de composants. Ce qui se

Les mémoires à bulles (ci-dessous) ont déjà fait leur apparition sur un certain nombre de matériels commercialisés. En page de droite, pose des microplaquettes (composants) sur leur support céramique. Dans un second temps, l'ensemble passera au four pour soudure.



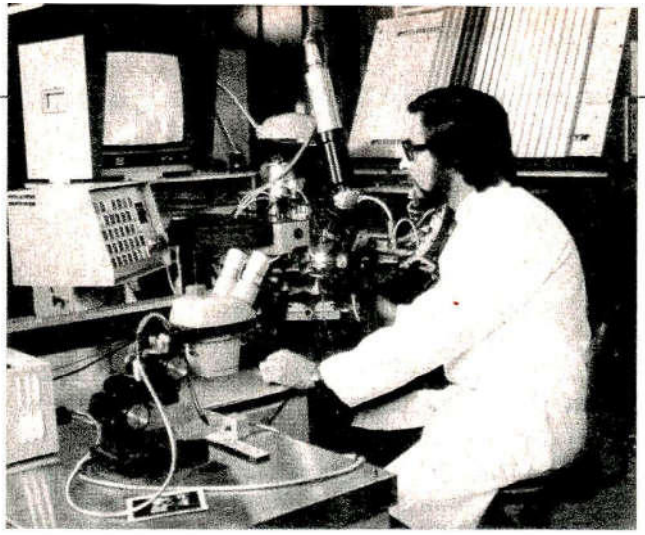
traduit pour l'utilisateur par un maintien, sinon une baisse des prix avec un supplément de performances, mais au détriment de la marge bénéficiaire. Même en cas de bon choix, ce peut être cependant une tactique pour tenter, par surprise, de conquérir des places nouvelles sur le marché. Donc, la stratégie « composants » d'une société informatique est toujours beaucoup plus complexe qu'on ne l'imagine puisque l'on ne poursuit pas, à tout prix, une politique de performances maximum, mais que l'on doit en même temps tenir compte de l'image de marque, du marketing, du souci de maintenir une compatibilité aussi grande que possible avec les modèles antérieurs, etc.

ÉVITER LE TRANSFERT DE COMPÉTENCE. Si, dans la stratégie globale qu'ils ont en général adoptée, les constructeurs de matériels informatiques doivent avoir le souci permanent de conserver leur clientèle et même de la développer grâce à un choix judicieux des composants, ils doivent en même temps se soucier d'éviter un trop important transfert de compétence vers les producteurs de ceux-ci. Le risque est grand. On a déjà vu apparaître sur le marché des matériels conçus par des firmes électroniques, totalement compatibles avec les gammes existantes (essentiellement IBM pour des raisons de volume de marché) et d'un prix bien inférieur aux modèles originaux.

Avec l'apparition de circuits intégrés à haut niveau d'intégration, c'est-à-dire comportant un nombre de plus en plus grand de composants élémentaires sur une seule puce de silicium, la lutte peut être très vive. Cependant, deux phénomènes laissent penser que le transfert de compétence sera moins important que prévu et que l'avenir des fabricants de compatibles restera limité. Le premier phénomène est la prise de conscience du risque par les constructeurs informatiques. Leur parade consiste à placer des circuits spécifiques dans des positions clé de la structure des machines pour rendre beaucoup moins aisée la copie sans étude de conception préalable très importante. Simple réflexe d'autodéfense. Le second phénomène est au contraire beaucoup plus fondamental. Il s'agit de l'insertion d'une partie grandissante du logiciel de base des machines dans des mémoires spéciales à semiconducteurs. Ceci nécessite des études importantes et coûteuses que les constructeurs de compatibles ont toujours évité d'aborder.

Enfin, l'évolution des architectures de machines et de systèmes s'oriente vers un degré de complexité tel que le transfert de compétence vers les fabricants de composants semble devoir être freiné, du moins dans un premier temps.

Au fil des technologies, on est passé, en matière de savoir-faire, d'un pôle à l'autre. Du temps des lampes et des transistors, le constructeur d'ordinateurs disposait d'une pré-



IBM

pondérance sur le fabricant de composants : il était en effet seul à disposer des circuits de montage. Cette situation s'est inversée avec les circuits intégrés, dès lors qu'il s'est agi de copier les circuits classiques (à transistors) pour les intégrer sur un substrat semi-conducteur. Avec les futures architectures de systèmes, cette situation va s'inverser à nouveau.

UN POINT CHAUD : LES MICROPROCESSEURS. En dehors de l'accroissement rapide du niveau d'intégration sur les circuits intégrés, il existe un phénomène nouveau : celui des microprocesseurs. Composants qui non seulement sont de très petite taille, mais en plus, constituent à eux seuls des unités de traitement informatique ; sans qu'on puisse dire toutefois qu'ils soient l'équivalent d'un ordinateur puisque restant strictement des composants élémentaires de base il faut, pour les transformer en micro-ordinateur, leur ajouter des connexions, de la mémoire, des périphériques ou au moins des entrées-sorties, et surtout du logiciel. Quel peut être leur impact sur l'informatique elle-même ?

Il est nécessaire sur ce point de différencier nettement deux domaines. Le premier est constitué par les nouveaux « territoires » ou marchés, orientés surtout vers le grand public et les petites et moyennes entreprises ou vers des applications particulières comme les saisies de données ou les traitements très décentralisés. Le champ d'application, à l'horizon de quelques années seulement, est très vaste. Dans ces conditions, la production mondiale de microprocesseurs pourrait au moins décupler en trois ou quatre ans et connaître des baisses de prix considérables. L'amorce des courbes de prix et de production en fonction du temps depuis leur apparition sur le marché est totalement identique à celles des transistors ou des circuits intégrés à leur époque. On sait ce que cela veut dire : on utilisera demain des microprocesseurs comme on se sert aujourd'hui des transistors, c'est-à-dire quasiment partout, y compris dans tous les nouveaux produits auxquels ils donnent naissance, à l'égal des radios portables pour les transistors ou des calculettes et montres digitales pour les circuits intégrés. Il s'agira donc de la diffusion la plus large des méthodes et principes informatiques qui amorcera la constitution de ce futur maillage total (1) lorsque les moyens de télécommunications auront eux-mêmes franchi ce stade de large diffusion et de maillage, avec l'aide précisément de ces microprocesseurs et de leurs descendants.

Le second domaine où les microprocesseurs peuvent intervenir est celui de l'informatique actuelle et « traditionnelle ». Ils permettent en effet la constitution à des coûts relativement faibles d'ordinateurs de bas de gamme (en performances et en prix, mais non en qualité) qui permettent la conquête de couches nouvelles et très larges d'utilisateurs, jusques et y compris les « ordinateurs individuels ». Mais aussi, grâce à la mise en œuvre de structures et d'architectures originales associant un nombre variable de microprocesseurs, ils peuvent conduire à des matériels de gamme moyenne, susceptibles de concurrencer au moins les bas de gamme des ordinateurs traditionnels, avec notamment les matériels que l'on dénomme « multi-micro ».

Dès lors, on peut penser que les sociétés maîtrisant parfaitement la technique des microprocesseurs, donc des entreprises de composants électriques ou dérivant directement d'elles, vont pouvoir aller jusqu'à concurrencer les producteurs habituels de très puissants ensembles informatiques. Théoriquement, avec les niveaux d'intégration actuels ou prévisibles à une échéance d'une demi-décennie, rien n'exclut la possibilité de réaliser, avec seulement quelques microprocesseurs ou même un seul, une puissance de traitement équivalente aux plus puissants ordinateurs actuels. A cette évolution, deux freins existent : l'un est technologique et est constitué par le nombre considérable de connexions qu'il faudrait réaliser pour mettre un tel microprocesseur très évolué en relation avec son environnement de périphériques et mémoires en tous genres ; l'autre est économique : de tels microprocesseurs hyper-complexes coûteraient extrêmement chers à concevoir et à fabriquer et ne pourraient être produits qu'en très faibles séries eu égard à leur spécificité.

Pour cette raison, l'une des tendances des recherches chez les constructeurs traditionnels — sans nier l'avenir possible des « multi-mi-

(1) *Voir article précédent.*

cro » et des microprocesseurs à très haute intégration — est de considérer le microprocesseur actuel ou futur, réalisé en grande série pour des besoins multiples, comme un composant, évolué certes, mais élémentaire et permettant de franchir des degrés nouveaux dans la complexité des architectures informatiques. Autrement dit, dans ce cas, on ne cherche pas par association en réseaux de microprocesseurs à réaliser des ordinateurs de grande puissance ; on recherche l'utilisation des possibilités intrinsèques des microprocesseurs pour créer des structures qui non seulement apportent une puissance au moins équivalente sinon supérieure aux plus gros ordinateurs actuels, mais qui, en même temps, donneront des possibilités nouvelles au niveau des applications, de l'exploitation, de la maintenance, etc. Toutes proportions gardées et d'une manière caricaturale, on peut dire qu'en introduisant le microprocesseur dans l'architecture des ordinateurs, il ne s'agit pas de motoriser la voiture à cheval, mais de créer l'automobile.

LA BATAILLE DES MÉMOIRES. A côté des unités et circuits de traitement des informations, apparaît un second front sur lequel la bataille au niveau des composants électroniques est extrêmement vive : celui des mémoires. Sur le plan technologique, on y trouve une grande variété de types, alors que sur le plan fonctionnel, une véritable hiérarchisation existe au sein d'un ordinateur en fonction du volume, du temps d'accès, du débit d'écriture et de lecture, etc. Les mémoires centrales, qui sont les plus proches de l'unité centrale et qui peuvent être directement interrogées par cette dernière, présentent l'intérêt stratégique le plus grand.

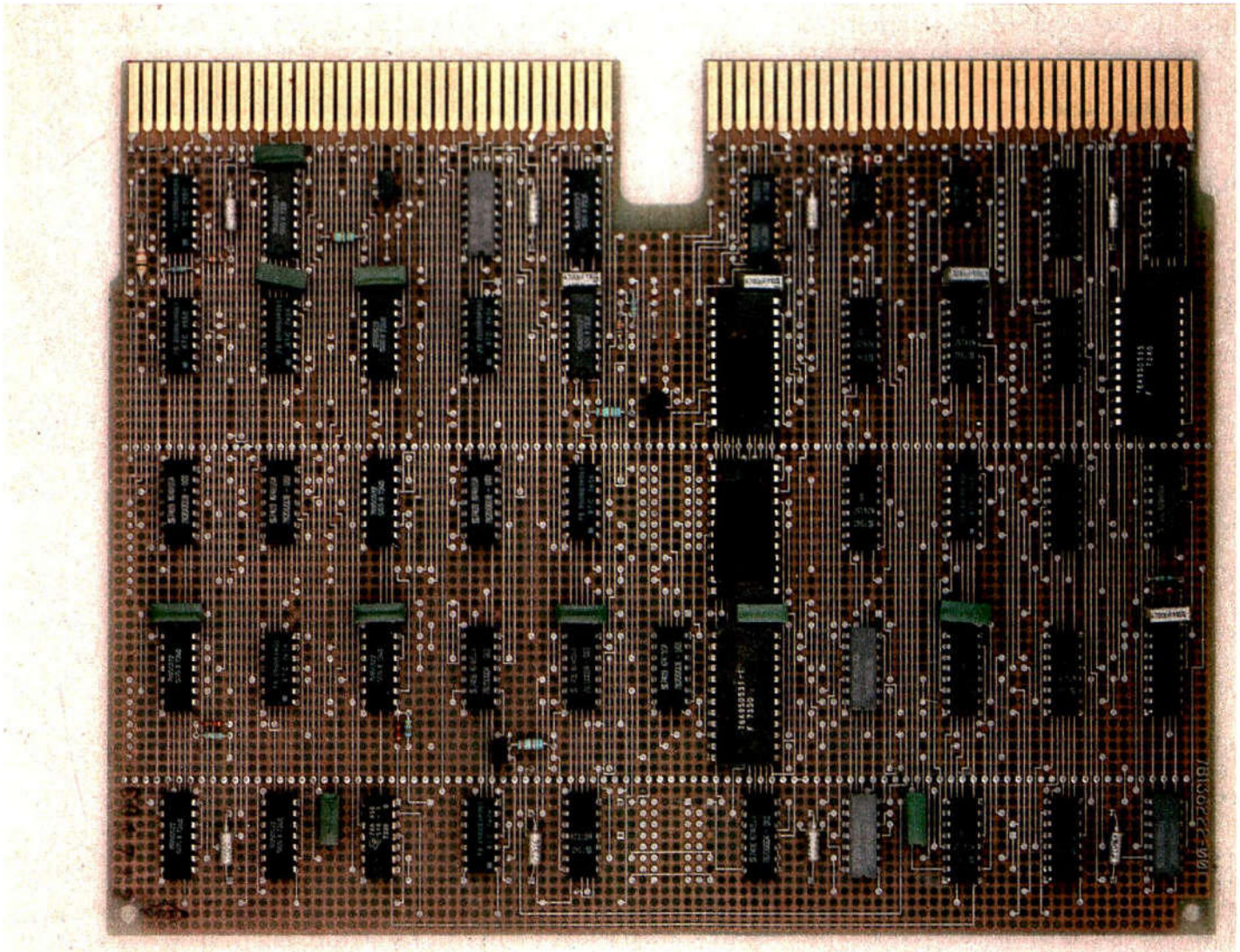
L'évolution des circuits de mémoires est extrêmement rapide. Aujourd'hui, en dépit d'une lutte acharnée de la technologie des tores magnétiques, les mémoires à semiconducteurs se sont imposées, mais les concepteurs doivent suivre le rythme de l'évolution qui est telle que la densité d'informations stockables sur une même pastille ou « puce » de silicium d'environ 25 mm^2 double au moins tous les dix-huit mois. Aussi, en 1967, pouvait-on enregistrer 10 bits par mm^2 ; aujourd'hui cette densité est de 2 000 bits par mm^2 et la progression devrait continuer au moins jusqu'à la fin du siècle.

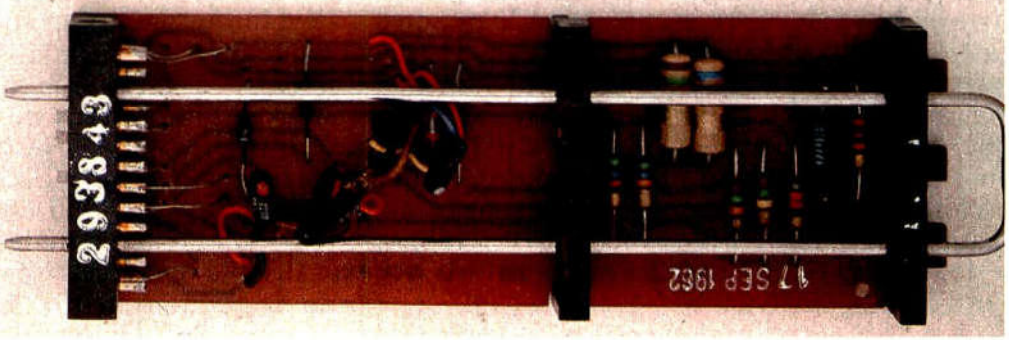
Le côté remarquable dans cette évolution, c'est que quel que soit le degré d'intégration, le coût unitaire au mm^2 de silicium reste sensiblement constant. Autrement dit, à prix égal, tous les dix-huit mois, on peut stocker deux fois plus d'informations sur une mémoire à semi-conducteurs possédant la même surface et le même volume. Une telle tendance ouvre des perspectives considérables dans deux domaines au moins. D'une part, la possibilité de stocker sous un volume très faible des masses très importantes d'informations, donc à la portée d'un petit ordinateur réalisé au moyen de microprocesseurs. D'autre part, pour les grosses et très grosses machines, des possibilités nouvelles de manipulation de très grosses masses de données (banques de données très volumineuses par exemple) avec les futures architectures en cours de développement et avec des débits d'échanges cinq à dix fois supérieurs à ceux d'aujourd'hui.

Dans le domaine des mémoires de masse, on regarde beaucoup plus vers les semiconducteurs de pointe, les composants à « effet Josephson » ou à bulles que vers les techniques traditionnelles comme l'enregistrement magnétique. Pourtant ces dernières font des progrès considérables et possèdent encore des potentialités d'utilisation qui sont au moins équivalentes à celles des mémoires à semiconducteurs, pour des coûts inférieurs. L'un des freins au développement de ces techniques d'enregistrement magnétique était surtout constitué par l'environnement électro-mécanique, et en particulier par les têtes de lecture et d'écriture. Il existait en effet une énorme disproportion entre le domaine de quelques microns de côté sur lequel s'effectue chaque enregistrement et les dimensions de la tête. Une comparaison montre cette disproportion : si l'on représente la couche d'oxydes magnétiques qui fait environ un micron d'épaisseur par la hauteur d'un trottoir, la tête de lecture représente un bâtiment de douze étages qui doit rester au-dessus de la piste constamment à une distance de l'ordre du dizième de l'épaisseur du trottoir tandis que la piste défile sous elle à près de 150 km/h.

Compte tenu des contraintes liées à cette situation qui entraîne un processus manuel pour la fabrication des têtes, des recherches ont été entreprises, notamment chez Sperry-Univac et CII-Honeywell-Bull, pour mettre au point une nouvelle technologie des têtes magnétiques. C'est ainsi qu'ont été établis des systèmes dits « têtes intégrées » permettant de réaliser les

En peu d'années,
la miniaturisation des composants
a fait des bonds prodigieux,
et le dernier mot
est loin d'avoir été dit.
Mais la course vers l'infiniment petit
pose et posera des contraintes propres.





CII-HB

systèmes de lecture — écriture sous une très faible épaisseur, selon la technologie multicouches déjà utilisée dans l'électronique des semi-conducteurs.

L'ORDINATEUR CONÇU PAR ORDINATEUR. Si la performance et le coût figurent parmi les éléments fondamentaux de la conception des systèmes informatiques à partir des composants électroniques, il faut aussi tenir compte du temps. En raison de la rapidité d'évolution des composants, non seulement, il convient d'anticiper constamment sur les produits futurs, mais il faut pouvoir accélérer tant la conception que la production des ordinateurs. Et la solution la plus immédiate est l'utilisation des... ordinateurs. Du même coup, l'homme gagne du temps et maîtrise la complexité.

Le taux d'utilisation des terminaux interactifs reliés à un ordinateur central, aussi bien dans les bureaux d'études que dans les laboratoires et même les ateliers de production, ne cesse de croître d'une manière exponentielle depuis quelques années. Dans certains secteurs avancés, on obtient un rapport d'un terminal pour une ou deux personnes. La ratio, un terminal par employé, sera atteint dans un avenir proche. Le système informatique est alors détenteur de la complexité connue du sous-ensemble ou du système complet en cours d'étude. Le concepteur n'a plus à se préoccuper des pièges et chausse-trapes qui risquent de lui faire perdre du temps : ils sont détectés et signalés par l'ordinateur. L'homme imagine un degré supérieur de complexité et peut le simuler sur un ordinateur existant avant même que le moindre montage électronique n'existe ; avant même quelquefois que les composants élémentaires aient été fabriqués. Une telle technique de conception assistée par ordinateur, jumelée à des méthodes de simulation mathématique, s'applique aussi bien à un circuit intégré évolué qu'à un futur type de système informatique. Dans le premier cas, on peut connaître toutes les caractéristiques du circuit intégré, jusqu'à sa durée de vie, avant même que le premier ait été fabriqué. Dans le second cas, à l'autre extrémité, en simulant le fonctionnement d'une future architecture d'ordinateur sur un système informatique existant, il est possible de développer le logiciel et de le tester en même temps que l'ordinateur se construit. A chaque difficulté ou impasse, les informations sont enregistrées sur une mémoire afin que l'on ne les trouve pas lors du franchissement d'un nouveau pas vers la complexité.

De telles méthodes informatiques ou même simplement automatiques se rencontrent jusque dans les ateliers pour la production des circuits intégrés ou pour leur insertion dans les montages finals. C'est ainsi notamment que CII-HB a mis au point une technique nouvelle d'assemblage des circuits intégrés baptisée « micropackaging » qui permet d'une manière automatique l'insertion du circuit sur les cartes enfichables sans que le circuit soit préalablement encapsulé. Cette méthode de production fait déjà l'objet d'un atelier pilote de production à l'usine d'Angers et a été adoptée par la firme américaine Honeywell Information Systems. Avec elle, il est possible de regrouper sur une seule carte enfichable un ensemble de 8 000 à 10 000 fonctions. Au début des années 60, le même ensemble logique aurait nécessité 450 cartes transistorisées, et la fabrication au moins cent fois plus de temps.

A LA LIMITE DU DOMAINE MOLÉCULAIRE. La course vers l'infiniment petit, source de puissance et de capacité mémoire à moindre prix, entraîne aussi des contraintes. Aujourd'hui, on intègre industriellement jusqu'à 64 000 portions de mémoire sur une seule pastille de semi-conducteur qui peut aussi renfermer 80 000 transistors pour constituer un microprocesseur. Le domaine d'un transistor est alors de l'ordre de 3 microns actuellement mais on programme déjà des domaines d'un micron seulement. Pourtant, les systèmes optiques utilisant la lumière visible pour la production des masques nécessaires pour la fabrication des circuits ne peuvent pas descendre au-dessous de deux microns. Qu'à cela ne tienne. On utilisera des systèmes de masquage électronique déjà en expérimentation dans les laboratoires les plus avancés.

Mais jusqu'où ira-t-on ? Si l'on poursuit l'évolution prévisible actuelle, il n'est pas utopique de parvenir à la fin du siècle à des mémoires à semi-conducteurs capables de stocker 100 millions de bits (ou informations élémentaires, « 0 » ou « 1 ») par millimètre carré. Chaque bit n'occuperait qu'une cellule de base ayant 1 000 angströms de côté, soit 0,1 micron. Une telle performance semble réalisable bien que l'on atteigne les confins du domaine moléculaire : 0,1 micron, ce n'est déjà plus que l'équivalent d'une vingtaine de

couches monomoléculaires ; on parvient donc à proximité de la structure intime de la matière. Les spécialistes du magnétisme peuvent pourtant aller encore plus loin. Ils considèrent aujourd'hui que la plus petite cellule d'enregistrement magnétique qu'ils peuvent envisager aura seulement 150 angströms de côté. Dans ces conditions, ce sont cinq milliards de bits qui pourraient être stockés sur chaque millimètre carré de bande ou de disque magnétique. Phénomène pratiquement impensable il y a cinq à dix ans.

Aujourd'hui, des capacités équivalentes et même dix, vingt, trente fois supérieures, sont sinon très répandues, du moins parfaitement réalisées et maîtrisées. Évidemment il faut le volume d'une ou deux grandes armoires. Les techniques en cours de développement et proches de l'industrialisation ramèneront le volume à celui d'une boîte à chaussure d'ici à une dizaine d'années. Alors pourquoi pas ensuite sur un seul millimètre carré ? A la fin du siècle dit-on ? Ce n'est pas si éloigné.

J. P.

SCIENCE & VIE

Pour vous abonner

NOS TARIFS

	France et ZF	Étranger
1 AN : 12 N°s	**92 F**	**125 F**
1 AN : 12 N°s + 4 H.S.	**136 F**	**175 F**
2 ANS : 24 N°s	**175 F**	**240 F**
2 ANS : 24 N°s + 8 H.S.	**263 F**	**340 F**

NOS CORRESPONDANTS ÉTRANGERS

BENELUX : S.A. Imprimerie et Journal LA MEUSE, 8-12, boulevard de la Sauvenière, 4000 LIÈGE. C.C.P. 000-0274890-89.

1 AN : 600 FB.
1 AN + 4 H.S. : 900 FB.

CANADA ET U.S.A. : PERIODICA inc. C.P. 220, ville Mont Royal, P.Q. CANADA H3P 3C4

1 AN : $ 24.
1 AN + 4 H.S. : $ 32.

SUISSE : NAVILLE et Cie — 5-7, rue Levrier 1211 GENÈVE 1 (Suisse)

1 AN : 50 FS
1 AN + 4 H.S. : 70 FS

• **RECOMMANDÉS ET PAR AVION :** Nous consulter

RÈGLEMENTS

A l'ordre de SCIENCE et VIE.

Étranger : mandat international ou chèque bancaire compensable à Paris.

BULLETIN D'ABONNEMENT

Je désire m'abonner à SCIENCE ET VIE pour :

☐ 1 AN ☐ 1 AN + HORS-SÉRIE
☐ 2 ANS ☐ 2 ANS + HORS-SÉRIE

A COMPTER DU NUMÉRO DE .....

NOM .....

PRÉNOM .....

ADRESSE .....

.....

CODE POSTAL .....

VILLE .....

J'établis mon titre de paiement de ..... F par

☐ chèque bancaire ☐ Mandat lettre
☐ C.C.P. 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)

A l'ordre de SCIENCE ET VIE.

J'adresse le présent bulletin accompagné de son règlement à SCIENCE ET VIE, 5 rue de la Baume, 75832 PARIS Cedex 08

Signature :

LES LOGICIELS OU LA

Une « relève » des langages informatiques développés au cours des années soixante paraît sur le point d'être assurée. A noter toutefois que les qualités propres d'un langage ne sont pas seules en cause dans son adoption par un constructeur d'ordinateurs. Des problèmes de politique commerciale interviennent largement.

Un ordinateur, ce n'est pas seulement des kilos d'électronique. C'est surtout une organisation et un langage, autrement dit un logiciel. Entendons par là tout ce qui n'est pas matériel dans un système informatique. A ce propos, il nous faut distinguer le logiciel de base (système d'exploitation, programmes d'aide à la mise au point, éditeur de liens, compilateurs de langages) fourni par le constructeur, et le logiciel d'application écrit par l'utilisateur — ou par un tiers — pour traiter un problème, qu'il soit scientifique, industriel ou de gestion.

Le système d'exploitation, appelé encore superviseur ou moniteur, est à l'ordinateur ce que le chef d'orchestre est à l'ensemble symphonique. Il est aussi l'interface entre l'homme et la machine. Le « bon » ordinateur ne sera pas forcément celui qui utilise la technologie la plus récente, mais celui qui dispose du meilleur superviseur.

D'une manière générale, un système d'exploitation assure l'établissement de la séquence d'exécution des programmes, contrôle l'affectation des ressources (mémoire centrale, canaux d'accès, périphériques...) et la mise en œuvre des systèmes de sécurité, dirige l'exécution des opérations d'entrée et de sortie de l'unité centrale... Les superviseurs des années soixante étaient de taille tout à fait modestes, de 4 000 à 100 000 caractères pour de grosses machines. Depuis l'apparition de la mémoire « virtuelle », artifice permettant à l'utilisateur de ne plus se soucier de la taille réelle de la mémoire centrale pour l'écriture des programmes, la taille des superviseurs s'est accrue. Il n'est plus rare de voir le logiciel de base occuper plusieurs millions d'octets sur un disque.

Les superviseurs actuels sont construits selon une structure modulaire qui permet de concevoir, modifier et installer chaque fonction séparément. Dans un système correctement structuré, par exemple, une panne du module de transmission ne compromet pas la sécurité. Ces systèmes, de plus, sont « ouverts », c'est-à-dire qu'ils sont capables de s'adapter aux technologies nouvelles. Par exemple, l'introduction du traitement dit transactionnel (instantané) n'entraînera pas de changements incompatibles dans les langages de commande ni dans le comportement des programmes existants.

Pour un superviseur, quatre caractéristiques sont aujourd'hui essentielles : la disponibilité, la fiabilité, la maintenabilité, et la facilité d'emploi. Du point de vue de l'utilisateur final, il doit permettre une grande sécurité et l'accès décentralisé immédiat d'un grand nombre d'utilisateurs à l'ordinateur ou au réseau d'ordinateurs.

La sécurité consiste, dans un système informatique, à empêcher toute modification ou divulgation, accidentelle ou non, des données ou des programmes. En même temps doit être garantie la disponibilité des données en temps voulu pour les utilisateurs autorisés. La sécurité est fondamentale aussi bien pour les personnes que pour les organismes qui confient leurs statistiques vitales à la machine.

Dans la mesure où ils transfèrent des données entre des systèmes d'ordinateurs géographiquement dispersés, les réseaux peuvent être particulièrement vulnérables du point de vue de la sécurité. Pour les bases ou banques de données, il importe aussi que les propriétaires ou les utilisateurs y aient un accès exclusif grâce à l'utilisation de mots de passe.

Pour la sécurité des transmissions, on recourt à un cryptage des données et à des dispositifs de protection contre les erreurs aléatoires, qui sont inévitables. Les techniques de codage combinent la compression des données, et la détection-correction automatique des erreurs.

LES LANGAGES DE HAUT NIVEAU.

Depuis l'apparition du premier ordinateur, l'informatique a connu un certain nombre de langages, en particulier des langages dits de haut niveau, par opposition aux langages-machine (code binaire, code hexagonal, langage assembleur) qui sont difficilement compréhensibles pour le non-initié. Il ne faut pas en conclure trop vite que les langages de haut niveau sont compréhensibles par n'importe qui.

Au début des années soixante, deux langages de haut niveau ont connu leur essor. Il

GUERRE DES LANGAGES

s'agissait de COBOL (Common Business Oriented Language) pour la gestion, et de FORTRAN (Formulation transposée) pour le calcul scientifique. Ce sont encore aujourd'hui les langages les plus utilisés, malgré les tentatives d'IBM pour promouvoir PL/1 (Programming Language), une synthèse particulière de COBOL et de FORTRAN. Le succès très relatif de PL/1 s'explique par les hésitations des utilisateurs à remettre en cause les sommes colossales investies dans les logiciels d'application.

L'informatique est en fait une véritable Tour de Babel, où chaque constructeur s'arrange pour différencier suffisamment son COBOL de la norme, afin de mieux se lier les utilisateurs. Pour ces derniers, changer de constructeur signifie avoir à transposer l'ensemble des programmes.

Dans la guerre des langages, deux connaissent actuellement une irrésistible ascension, BASIC et PASCAL. C'est vrai surtout depuis la percée des mini-ordinateurs et l'arrivée des premiers ordinateurs individuels.

Curieuse carrière que celle de BASIC, dont la première version est apparue en 1964 à l'université américaine de Darmouth. Conçu au départ pour des utilisations pédagogiques, ce langage assez simple trouve rapidement des adeptes chez les utilisateurs de systèmes en temps partagé qui apprécient sa simplicité. Ces utilisateurs étaient des gestionnaires effarouchés par le FORTRAN des mathématiciens ou le COBOL des informaticiens professionnels.

De version en version, BASIC est devenu un langage complet disposant même d'options le rendant capable de gérer des fichiers. C'est en fait le langage des non-informaticiens, utilisable sur plus de 100 modèles différents d'ordinateurs de toutes puissances. Les notions de base de ce langage s'apprennent en quelques heures, et peu d'élèves de l'enseignement supérieur scientifique ou commercial, échappent à l'initiation au BASIC.

La simplicité du BASIC n'a pas empêché les constructeurs de mettre au point des modes spécifiques d'utilisation pour s'attacher plus sûrement leurs clients. Il y a donc presque autant de versions de ce langage que de constructeurs. Pour exécuter sur une machine un programme écrit pour une autre, il faut effectuer des modifications souvent fastidieuses.

D'autres langages ont connu ou connaissent le succès. C'est le cas d'APL (A Programming Language), lancé dans les années soixante et qui compte encore de nombreux adeptes dans le monde, et surtout de PASCAL.

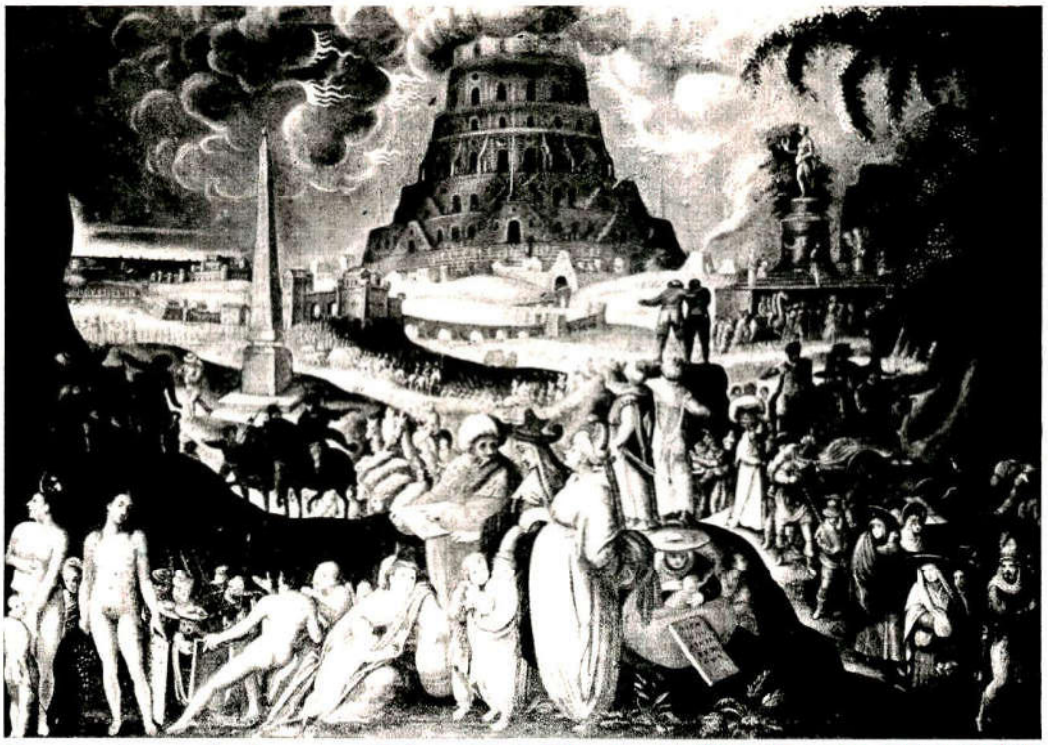


photo Roger Viollet

Du point de vue des langages, l'informatique échappera-t-elle enfin à son état actuel de Tour de Babel ?

LE CLASSEMENT DES MARCHÉS OUEST-EUROPÉENS DES SERVICES EN INFORMATIQUE ÉTABLI PAR C.A. GLOBAL RÉALISÉ EN 1977

PAYS	C.A. global 1977 services en informatique (millions de $)	Part « captive » du marché (en %)	Produit intérieur brut 1977 (milliards de $)	Marché des services en informatique (en % du PIB
France	1 036	15,9	330,5	0,31
Allemagne fédérale	744	11,8	436,9	0,17
Grande-Bretagne	479	15,4	198,4	0,24
Italie	402	17,0	166,4	0,24
Suède	337	6,9	60,8	0,55
Pays-Bas	263	18,2	77,6	0,34
Danemark	214	21,1	40,8	0,53
Suisse	153	16,3	51,4	0,30
Belgique	142	11,5	65,9	0,22
Norvège	114	14,8	37,1	0,31
Espagne	106	16,8	93,3	0,11
Finlande	105	21,5	25,4	0,41
Autriche	66	15,2	47,3	0,14
Portugal	14	16,8	14,8	0,09
Total Europe occidentale	4 175	15,4	1 646,6	0,25
dont CEE	3 280	12,1	1 316,5	0,25
États-Unis	5 886	21,7	1 850,0	0,32

LE CLASSEMENT QUANTUM SCIENCES/ECSA DES PRINCIPAUX PRESTATAIRES DE SERVICE EN INFORMATIQUE OPÉRANT EN EUROPE OCCIDENTALE

Rang	Société	Pays d'origine	Effectif au 31-12-1977	C.A. 1977 en Europe (M $)
1	IBM	USA	5 300	309,4
2	Cap/Gemini/Sogeti	France	2 429	87,1
3	CISI	France	1 430	79,0
4	GSI	France	1 400	62,9
5	Sema-Metra int.	France	1 450	61,4
6	Control Data	USA	970	48,5
7	Datev	RFA	838	40,0
	Kommunedata	Danemark	900	40,0
9	Sligos	France	1 200	39,5
10	SG2	France	1 400	39,4
11	Datacentralen	Danemark	950	38,0
12	Spadab	Suède	395	37,6
13	Datema	Suède	720	36,6
14	UCC/AC	USA	950	34,0
15	CCMC	France	989	33,1
16	TSIL (Thomson)	France	1 000	31,2
17	NCR	USA	720	31,0
18	G-CAM	France	700	30,0
19	Télésystèmes	France	500	29,1
20	Mannesmann	RFA	790	28,8
21	Natel	France	957	26,7
22	SCICON Group	Grande-Bretagne	818	26,2
23	MBB	RFA	500	24,8
24	Boc Datasolve	Grande-Bretagne	875	24,0
	Stéria	France	660	24,0
26	CERCI	France	490	22,9
27	Dataskil	Grande-Bretagne	1 054	22,4
28	Taylorix	RFA	400	22,3
29	CVI	Pays-Bas	454	21,9
30	Regnecentralen	Danemark	450	20,9

L'ESSOR DE PASCAL. Comme beaucoup d'autres, PASCAL est né en milieu universitaire, à Zurich, grâce aux travaux de Nicklaus Wirth à qui l'on doit aussi les langages Euler, PL/360, Algol W et Modula. La notoriété internationale de PASCAL s'explique sans doute par ses qualités intrinsèques, que son créateur expose ainsi : *« à mesure que les coûts de développement et de maintenance des logiciels augmentent, ainsi que leur complexité, n'était-il pas logique de concevoir un langage qui soit indépendant du matériel et permette l'emploi d'expressions lisibles, efficaces et sûres ? »* On est loin aujourd'hui des objectifs de la première présentation de PASCAL en 1970, qui n'avait pour ambition que d'être « un outil d'enseignement et d'écriture de programmes fiables ». La version actuelle, considérée comme standard, n'a que trois ans d'âge.

Les langages traditionnels, comme FORTRAN, ALGOL ou COBOL travaillent sur des représentations de données d'un champ bien délimité : traduction de formules pour FORTRAN, d'algorithmes pour ALGOL, description de fichiers pour COBOL. PASCAL offre des représentations plus universelles ainsi qu'une syntaxe claire et simple. Une variable peut ainsi être définie comme un nombre ou comme une structure (tableau, enregistrement, fichier...). Dans les applications en temps réel, PASCAL s'avère très rentable et est souvent considéré comme plus efficace que BASIC ou COBOL. C'est dans le domaine des gros systèmes qu'il a le plus de chances de trouver des débouchés.

La Darpa, service informatique du Département américain de la défense, a lancé en 1977 un appel d'offres pour le développement d'un langage de programmation temps réel de haut niveau qui a toutes les chances de devenir un standard des années quatre-vingt. Comme COBOL l'a été dans le cours des années soixante, après qu'il eût été créé en 1959, à l'initiative de la même administration. Le projet retenu, à savoir le Green de CII-Honeywell-Bull, s'inspire très largement de PASCAL.

Par ailleurs, de nombreux mini-ordinateurs américains disposeront bientôt d'un compilateur PASCAL.

Si l'Armée américaine a choisi ce langage, c'est sur des bases essentiellement techniques, mais, en général, celles-ci ne sont qu'un des éléments jouant dans le développement d'un langage. Les critères industriels et les critères commerciaux sont parfois plus importants encore. Alors que les logiciels sont devenus des éléments très chers dans un système informatique, les constructeurs n'ont pas toujours intérêt à vendre le meilleur possible, mais à jouer sur les sophistications et les complexités parfois superflues. Les exemples ne manquent pas.

La France se trouve donc obligée de soutenir PASCAL. Il existe d'ailleurs dans notre pays un fort courant « pascalien », tant à l'IRIA (Institut de recherche en informatique et en automatique) et à l'IMAG (Institut de mathématiques appliquées de Grenoble) que dans diverses universités (Nancy, Toulouse, ...). Parmi les développements actuels, on trouve, à Toulouse, un compilateur PASCAL pour mini-ordinateur Mitra et Solar de SEMS (université Paul-Sabatier). Les industriels français sauront-ils tirer parti de la situation ?

L'industrie française des logiciels est, il est vrai, en bonne position dans le monde : augmentation du chiffre d'affaires, accroissement du personnel... Les SSCI (Sociétés de service et de conseil en informatique) occupent le deuxième rang dans le monde derrière les États-Unis avec, comme points forts, le télétraitement et la mini-informatique. Les enquêtes annuelles effectuées par la DIELI (Ministère de l'industrie) ont souligné ces tendances. La création récente d'un groupe représentant les professionnels et d'un groupe de réflexion composé de membres des principaux ministères, confirme la maturation réelle de ce secteur d'activité. Pour l'année 1976, dix SSCI ont réalisé plus de cent millions de chiffres d'affaires. Elles étaient quatre en 1974, et treize en 1977.

Une enquête réalisée par la société américaine Quantum Science, auprès de dix pays européens, confirme ces résultats. Si on se réfère à cette étude, le chiffre d'affaires européen du secteur des services informatiques (logiciel, service bureau, préparation des données, éducation, réseaux) s'est élevé en 1976 à 3,3 milliards de dollars. En France, où le chiffre d'affaires total du secteur frôle 850 millions de dollars, les exportations interviennent pour 6,5%. Quantum Science signale que la France détient un record absolu en matière d'exportation, ainsi que le plus grand nombre de sociétés exportatrices.

JO COHEN

LA SAISIE DES DONNÉES

La saisie des données constitue toujours un goulot d'étranglement pour les systèmes informatiques. Encore que même dans des procédés aussi classiques que celui de la carte perforée, les progrès ne soient pas négligeables. On note aussi une large tendance à la décentralisation de la « saisie » vers les lieux de travail, points de vente, etc... Des matériels portables ont même fait récemment leur apparition.

photo Dominique Sarraute

Les supports classique de données, verront-ils leur avenir com-

Un peu à la façon de M. Jourdain qui faisait de la prose sans le savoir, nous pratiquons tous quotidiennement la saisie des données. Lorsque nous glissons un badge perforé portant un code magnétique dans une pointeuse de l'entreprise, nous communiquons une information à un système qui s'en saisit, la mémorise et éventuellement l'analyse. Il en va de même lorsque nous utilisons une carte de crédit pour obtenir des billets de banque dans un distributeur.

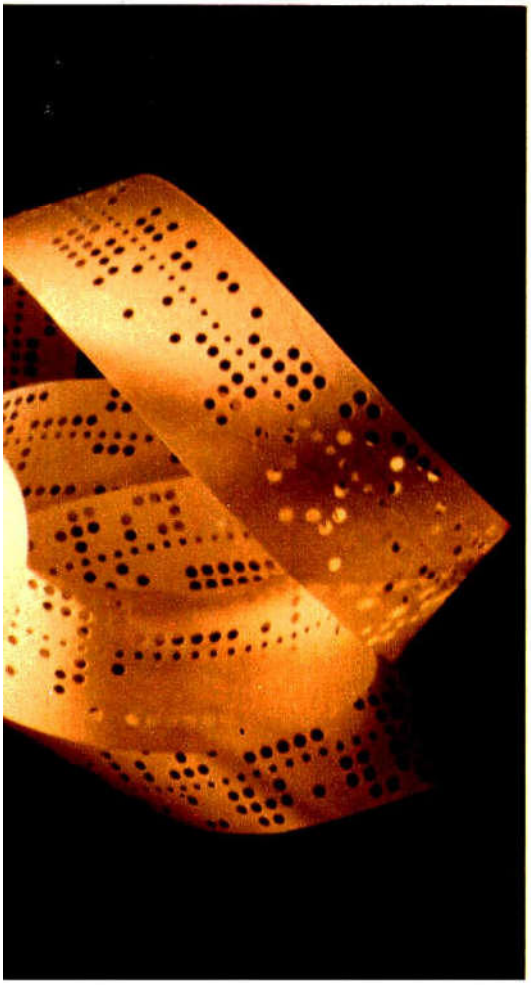
La saisie des données, qui consiste à faire entrer dans l'ordinateur les informations qu'il faut traiter n'est donc plus la caractéristique du seul univers informatique. Même si les emplois mentionnés ci-dessus en sont des formes appauvries, ils sont significatifs d'une tendance actuelle. Celle qui consiste à rapprocher le plus possible l'opération de saisie de la source d'informations en vue de supprimer les grands centres spécialisés dans ce travail.

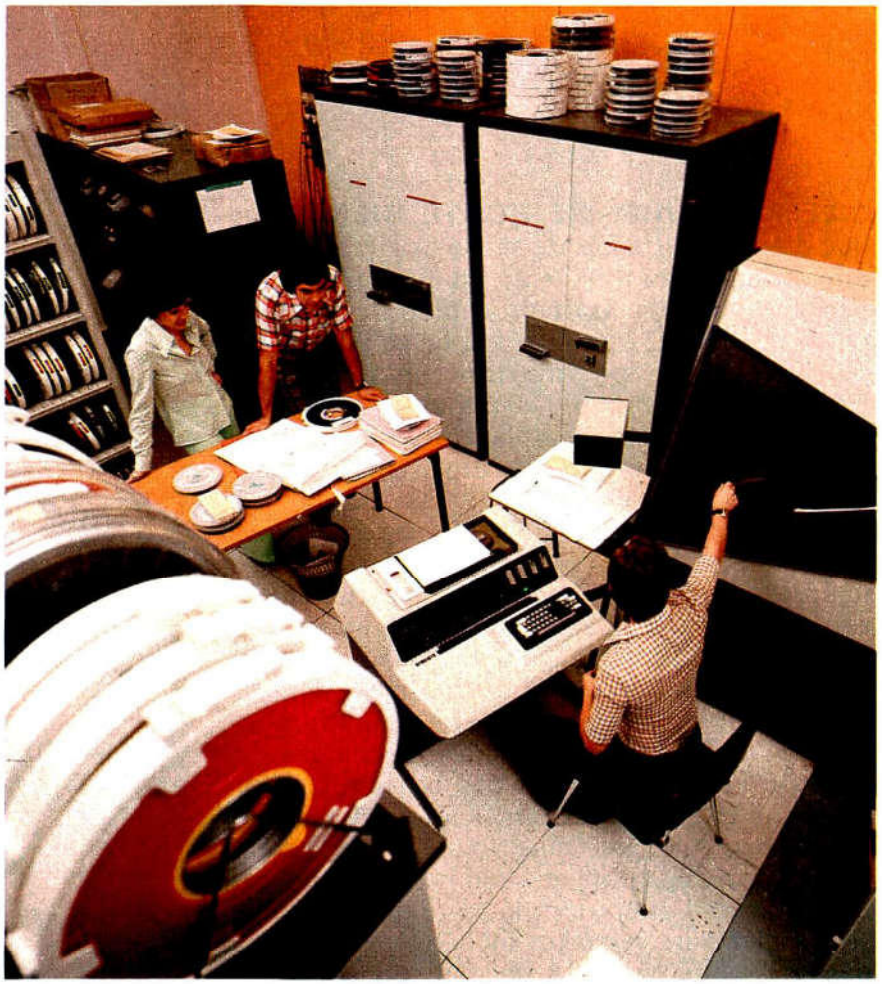
Cette évolution a été rendue possible par les transformations d'une technique qui est passée de la carte perforée à l'ère de l'encodage direct sur bande magnétique. D'autres formes apparaissent maintenant avec la saisie portative, avec la lecture optique et, à plus long terme, la commande vocale sur laquelle IBM poursuit aujourd'hui d'actives recherches.

L'évolution résulte aussi d'un facteur sociologique : le fait que les grands centres où étaient regroupés les opérations de saisie créaient un ghetto peu épanouissant pour ceux qui y travaillaient, générateur d'innombrables erreurs causées par le faible intérêt de la tâche.

Enfin, nombre de phénomènes sociaux, comme la paralysie des banques dès qu'intervenait une grève au service central, ont incité les entreprises à s'orienter vers des systèmes de saisie plus légers, avec des machines plus intelligentes et, donc, plus autonomes.

LE GOULOT D'ÉTRANGLEMENT. Si, à l'intérieur de l'unité centrale, les vitesses de traitement de l'information n'ont fait que croître pour atteindre des chiffres qui défient l'imagination (plusieurs millions de caractères à la minute), il n'en va pas de même pour la saisie des données. S'opposant aux capacités de l'électronique, celle-ci continue à vivre à un rythme humain, et plus précisément au rythme de la dactylographie. Dans 99 % des cas, le clavier reste en effet l'intermédiaire obligatoire pour « entrer » les informations. Cette disproportion de vitesses et de capacité de travail entre la machine et les systèmes mécani-





promis par de nouveaux procédés de lecture tel le CIT 500, lecteur optique de caractères, fabriqué par CIT-Alcatel ?

ques a entraîné l'apparition de véritables armées d'opératrices destinées à alimenter l'ordinateur. Ce qui explique que, dans la gestion d'un service informatique, cette étape du travail coûte fort cher. On l'estime chez IBM entre 40 et 50 % du budget d'une entreprise qui s'informatise, le matériel, les hommes et le temps étant pris en compte.

L'évolution technique a cependant conduit à des changements de structure dans l'organisation du travail : on s'oriente de plus en plus vers une saisie répartie effectuée sur le lieu même du travail. C'est au guichet de la banque qu'est enregistrée l'information relative à la vie du compte ; c'est à l'intérieur de l'atelier que l'ouvrier enregistre sur le terminal le nouvel état du stock ou le temps passé pour effectuer un travail ; c'est à l'intérieur du magasin que la vendeuse « entre » les données qui concernent les ventes de la journée...De sorte que la saisie tend à ne plus être l'objet d'une qualification particulière pour faire partie des mille et une activités quotidiennes de nombreux travailleurs.

L'opération de saisie des données consiste à faire entrer les mots et les chiffres du vocabulaire courant, présentés selon une forme prédéterminée par le programme, autrement dit dans un certain langage, sur le support magnétique où ils se retrouveront codés en unités d'information. La première méthode utilisée fut la carte perforée.

Celle-ci se présente comme un rectangle de carton qui, dans sa version standard, compte 80 colonnes de 12 lignes et mesure 18,7 cm sur 8,3 cm. Sous cette forme, elle a été inventée en 1885 par l'Américain Hollerith qui cherchait à résoudre le problème du recensement de la population des Etats-Unis. L'idée est cependant plus ancienne puisqu'en 1801, le Français Jacquard utilisa des cartes perforées pour la commande des métiers à tisser.

Intimement liée au développement de l'informatique, la carte perforée consiste, en une matérialisation des chiffres et des lettres (système alphanumérique) fondée sur la correspondance entre le système binaire oui/non et la présence ou l'absence de trous. Les cartes sont placées dans un lecteur constitué d'un dispositif électrique, électronique, magnétique ou optique qui traduit les données en langage machine. Chaque combinaison de perforations d'une colonne est ainsi convertie en une série d'impulsions électriques qui sont l'expression en langage binaire du signe codé sur cette colonne.

LE MOURANT SE PORTE BIEN. Bien que d'autres systèmes de saisie existent depuis une dizaine d'années, et qu'on ait depuis cette période prédit la mort prochaine de la carte perforée, celle-ci continue à bien se porter. Le parc actuel des perforatrices en activité en Europe est évalué à 100 000 dont 10 000 seulement devraient être remplacées dans les quatre prochaines années. Aux Etats-Unis, le parc des perforatrices classiques est de 250 000.

L'inconvénient essentiel de la carte perforée vient de ce qu'elle oblige à travailler en deux temps. Il faut d'abord perforer les cartes et ensuite les vérifier, deux opérations effectuées par des personnes différentes. Toute erreur dans la perforation entraîne une erreur dans le programme et la première est d'autant plus difficile à corriger que la personne chargée de la perforation ne connait pas la signification de ce qu'elle tape. La vérification consiste à réintroduire la carte une fois perforée dans une seconde machine et à retaper les données. Au terme de l'opération, la carte doit, en l'absence d'erreur, ressortir inchangée. Ce n'est qu'après cette étape qu'on réalise l'entrée de l'information sur bande magnétique.

La carte perforée est en outre un moyen de travail très encombrant. L'information contenue sur une bande magnétique standard (730 m de long × 13 mm de large) qui tient sur une bobine de 25 cm de diamètre, soit 22 000 000 de caractères, représente un stock de 275 000 cartes perforées. Un tel ensemble se traduit par un volume de 2 mètres de haut sur 1,20 mètre de large et 40 centimètres de profondeur.

Parmi les avantages, qui justifient la persistance de son utilisation, le fait que l'information enregistrée soit toujours visible (ce que les Américains appellent du « visible record ») contrairement à l'information magnétique sur bande. En outre, les perforatrices se sont modernisées. Elles ont en particulier gagné en vitesse par la suppression du lien électromécanique direct entre la touche du clavier et les poinçons. Dans les perforatrices électroniques actuelles, le contenu de la carte est temporairement stocké dans une sorte de mémoire semblable à celle d'un ordinateur. Cette opération d'enregistrement achevée, la carte passe à très grande vitesse dans le dispositif découpant tous les « confettis » en une seule opération.

Parmi les principaux fabricants de perforatrices, on retrouve IBM qui continue dans une voie qui s'est avérée très fructueuse (toutes ces machines étaient en location et, vue la quantité en place, on imagine la rentabilité de l'opération). Mais d'autres constructeurs se sont aussi spécialisés dans cette technique. Citons Decision Data qui vient encore de présenter deux nouveaux modèles de machines.

Reposant sur un principe analogue, le ruban perforé reprend un procédé de transmission utilisé à l'origine dans les télécommunications pour les envois télégraphiques. Le ruban apporte l'avantage d'une plus grande vitesse grâce à un défilement continu qui supprime le mouvement de va-et-vient nécessaire à la perforation ou à la lecture d'une carte. Cependant, du fait de sa continuité, il rend pratiquement impossible les corrections.

L'ENCODEUSE DE BANDE. Plus moderne, la technique de l'encodage direct résulte du souci de supprimer le travail en deux étapes lié à la carte perforée. Du clavier partent des impulsions électriques qui vont « impressionner » directement le support magnétique. On y gagne en vitesse puisqu'une étape est supprimée. Le travail est aussi rendu plus agréable car, à la perforatrice bruyante, succède un clavier plus silencieux. Celui-ci pourrait même l'être totalement si l'expérience n'avait révélé qu'un bruit est nécessaire pour que la personne qui frappe soit sûre que l'opération s'est bien accomplie.

Demandant peu d'intelligence machine, la saisie ne peut être effectuée directement sur

Grâce à ce clavier et à de petits coupleurs qui s'adaptent sur un combiné téléphonique, les représentants de la société Bahlsen transmettent en 45 secondes et d'où qu'ils se trouvent, leurs commandes à l'ordinateur central.

l'ordinateur, ce qui monopoliserait le temps de ce coûteux outil destiné à des tâches nobles. Pour l'encodage direct,on a donc créé des unités indépendantes. Mais une unité de bande magnétique par poste de travail représentait un coût trop élevé.

L'encodage direct est entré dans sa phase vraiment commerciale en 1970 avec la création des unités multiclaviers. Dans ce système, plusieurs claviers travaillent autour d'une même unité de bandes magnétiques ou d'un disque. Cette procédure a été rendue possible grâce à la création d'une logique assurant la partition du support magnétique entre les diverses opératrices. La rentabilité du système multiclavier n'est en fait assurée qu'à partir de huit postes.

DE NOUVELLES CAPACITÉS DE STOCKAGE. Le souci constant de décharger l'ordinateur de certains travaux a par ailleurs amené à accroître les capacités de traitement de l'outil de saisie. Cet accroissement d'intelligence est techniquement lié à l'apparition des microprocesseurs.

Dans les systèmes évolués d'encodage direct, l'opérateur s'assure de l'exactitude de l'information frappée grâce à un écran de visualisation. Cette première vérification s'opère avant la mise sur bande. Mais la machine dispose en outre de tout un ensemble de programmes intégrés qui transforment totalement le travail. Pour comprendre l'importance des modifications, il faut savoir que chez CMC (l'un des trois grands de la saisie magnétique avec MDS et Inforex), la mémoire des matériels de saisie est passée en quelques années de 16 K à 256 K. Le matériel de saisie est devenu lui même un ordinateur qui assume nombre de fonctions secondaires. Ainsi l'opératrice n'est plus obligée d'entrer les données dans un ordre illogique pour la raison humaine : la machine remet elle-même les informations dans l'ordre nécessaire au programme informatique. Des programmes sont également intégrés qui signalent les erreurs car ils « connaissent » les limites du possible des données à entrer et indiquent les incohérences...

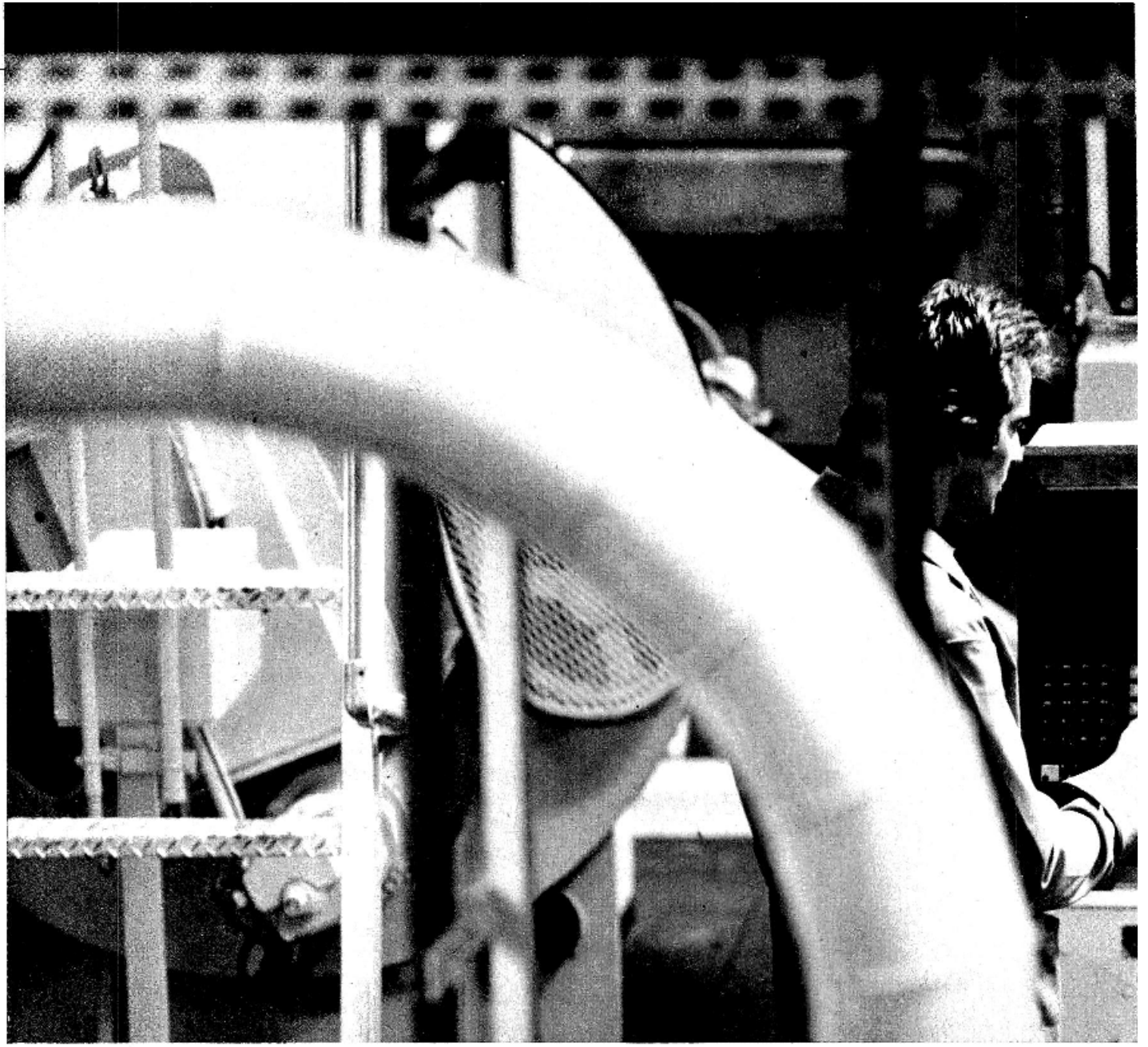
Le développement de ces capacités donne de plus en plus la possibilité d'entrer les informations en clair, dans un langage proche du langage quotidien, et met donc la saisie des données à la portée des travailleurs non spécialisés dans cette technique. L'outil de saisie est aussi doté de capacités de traitement propres et certaines entreprises l'emploient pour des opérations comptables simples afin de décongestionner l'ordinateur central. Tout ce travail s'effectue, au gré de l'utilisateur, soit dans un système en temps réel (l'outil de saisie travaille en liaison directe avec l'ordinateur et établit avec lui des relations de type conversationnel), soit dans un système de diffusion « par lots » (les informations seront envoyées à l'ordinateur « par paquets » et de préférence au moment des heures creuses). On peut aussi avoir recours à un système totalement différé où la bande magnétique ne sera mise qu'ultérieurement sur l'ordinateur.

TOUJOURS PLUS PRÈS DE LA SOURCE. A côté de ces matériels de grandes capacités qui correspondent à des besoins lourds, se développent des outils de saisie de plus en plus simples qui permettent la collecte en tous lieux : au supermarché, à l'atelier, sur le chantier. Ces nouveaux venus sont robustes car ils doivent vivre dans des ambiances agressives : chaleur, poussière, humidité...

Diverses solutions existent qui vont de l'outil de saisie se comportant comme un simple terminal, à celui qui est équipé d'un minidisque et aux appareils portables qui représentent la toute dernière tendance.

Avec le matériel de saisie 3075 de Hewlett-Packard, l'opérateur est guidé minutieusement dans l'enregistrement de ses transactions par l'allumage de lampes indiquant l'ordre et la nature des opérations à effectuer. Ainsi par exemple, dans la gestion du stock d'un atelier, le premier voyant lumineux peut signaler à l'employé d'introduire dans le lecteur son badge d'identité, le second lui indiquer de taper la référence et la quantité des articles qui entrent ou sortent du stock, informations qui sont alors affichées pour un contrôle visuel. Enfin, l'imprimante fournit un ticket qui résume l'opération effectuée.

Une opération classique et bien connue de saisie des données s'effectue à la caisse enregistreuse de n'importe quel magasin. NCR, IBM proposent des matériels qui établissent la jonction entre cette opération de saisie et le système informatique. Sur le modèle 5620 d'IBM, par exemple, le clavier fonctionne comme celui d'une caisse enregistreuse traditionnelle et est adapté aux besoins spécifiques de chaque magasin. Sur l'écran de visualisation s'affichent le code de l'article, le rayon, le prix de l'article, le total, la monnaie à rendre...

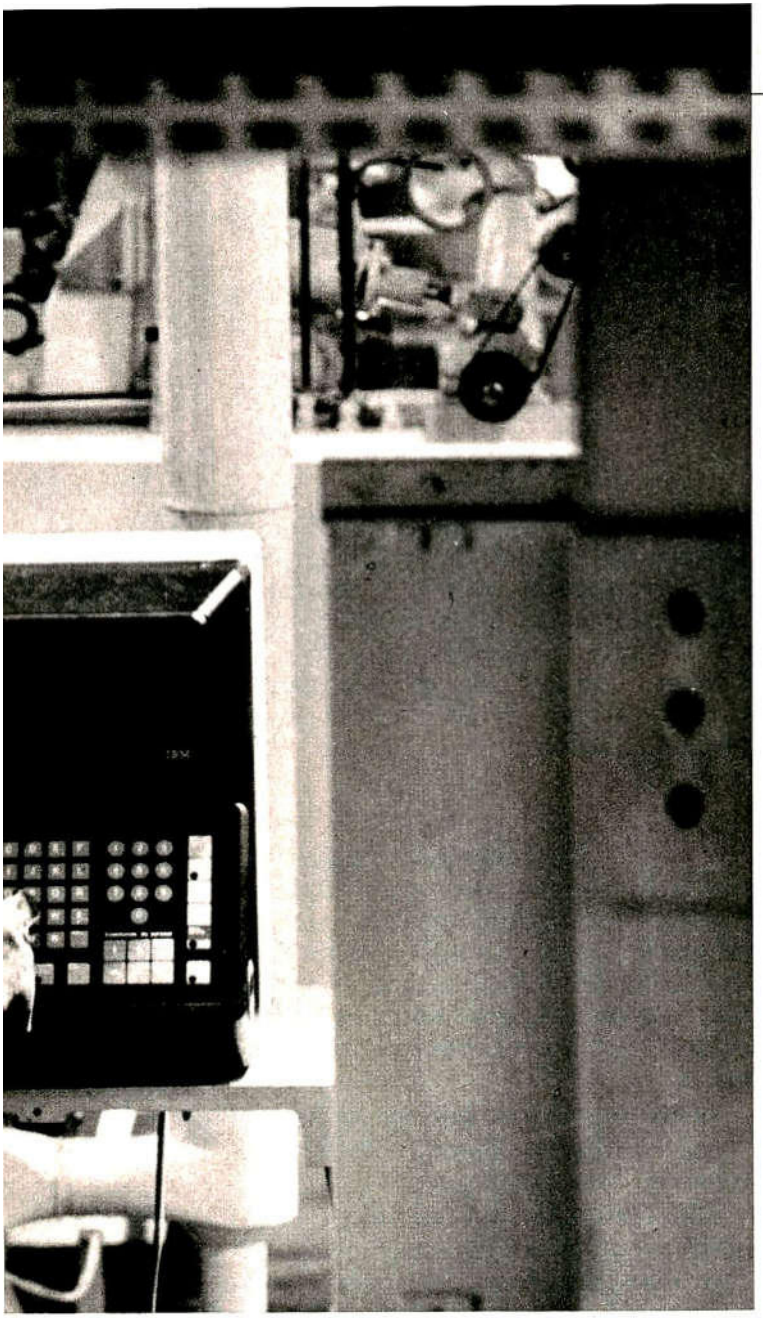


Un guide-opérateur signale au passage les éventuelles erreurs (article n'appartenant pas à tel rayon...). Deux stations d'impressions fonctionnent simultanément : l'une délivre un ticket pour le client et l'autre établit un journal des opérations. Toutes les transactions de la journée sont enregistrées sur un mini-disque (240 KO ou 980 KO) dont le contenu sera transmis directement à l'ordinateur au moyen d'une liaison informatique. Le mini-disque peut aussi être envoyé par courrier au poste central.

La collecte des informations s'effectue aussi parfois dans des lieux où il s'avère impossible d'installer un matériel de saisie classique. C'est le cas des sondages d'opinion dans la rue ou des chantiers de travaux publics. Cas où la seule solution s'avère être la saisie portative. Dans certains types de matériels, on porte en bandoulière le module d'enregistrement (2 à 3 kg) cependant qu'on tient en main le clavier. On trouve dans cette catégorie des matériels de Informatic Systems Telecom ou de Data Corp. Un nouveau genre de matériel apparaît aussi qui, bien que d'une capacité de saisie moindre, peut être utilisé comme bloc-note en raison de son volume réduit, comparable à celui d'une calculatrice de poche. Dans ces appareils, le stockage des informations s'effectue sur des mémoires à semi-conducteurs. On peut citer le MSI 77, doté de circuits de mémoire C-MOS de 4 et 8 K, ainsi que le Memoport 8 de BBC-Brown Boveri qui pèse 190 g et dispose de 168 lignes de mémoire à semi-conducteurs.

Toutes ces opérations de saisie s'effectuant parfois très loin de l'ordinateur central, avec lequel une liaison peut être établie grâce à de petits coupleurs qui s'adaptent directement sur le combiné téléphonique ordinaire. Dans certains cas, la transmission peut même être effectuée par radio. Un matériel de ce type a ainsi été mis au point par AEG Telefunken pour les besoins militaires.

UTILISER LES DONNÉES BRUTES. Dans tous les systèmes que nous avons vus jusqu'à maintenant, il faut passer par une



Avec l'évolution technique, la saisie des données se fait de plus en plus sur les lieux mêmes du travail. Ainsi cet ouvrier peut-il « entrer » directement les informations utiles grâce à un terminal IBM 5937 installé dans l'atelier.

transposition de l'information pour que celle-ci soit enregistrée. Un nouveau progrès consiste à supprimer aussi cette étape et à pouvoir entrer dans l'ordinateur les documents originaux : chèques, factures, bordereaux divers... Ceci requiert de l'ordinateur qu'il sache lire. C'est, en ce qui concerne les chèques, résolu par une méthode d'identification utilisée sur le CMC 7. Au bas de chaque chèque, un code en chiffres est écrit dans une encre magnétique spéciale et les caractères sont imprimés à l'aide de 7 barres verticales différemment espacées les unes des autres. Les caractères sont balayés par une tête magnétique qui émet un signal électronique de modulation et d'intensité proportionnelles à la disposition des particules magnétiques. Le lecteur détecte ainsi le numéro du chèque et le code de l'agence bancaire.

Si la lecture magnétique ne s'applique qu'à des documents spécialement préparés pour cette fin, la lecture optique fonctionne théoriquement à partir de n'importe quel document imprimé ou manuscrit. Dans ce type de saisie, la tête de lecture est constituée d'une cellule photo-électrique qui émet un courant variable selon la densité du caractère. Le lecteur compare l'information lue à celle qu'il a en mémoire et détermine ainsi de quel caractère il s'agit. Mais ce procédé connaît des limites qui résultent de la diversité des graphismes, les lecteurs n'ayant en mémoire que quelques polices de caractères. Une autre limitation vient aussi de la couleur. Ainsi le modèle 500 de CIT Alcatel, utilisant la lumière d'un laser rouge, est en conséquence aveugle à cette couleur.

La lecture optique fonctionne déjà avec succès pour les TUP (Titres Universels de Paiements qui ont remplacé les mandats aux P. et T.), pour les factures de gaz et d'électricité. Tous ces documents ont été spécialement conçus pour pouvoir être lus par la machine.

Une autre application est en cours de réalisation à la Caisse Nationale des Assurances Maladie en vue d'accélérer le règlement des remboursements. Un bordereau a été mis au point à cette fin qui, en 16 lignes de 25 caractères, synthétise tous les actes médicaux et tous les types de remboursement. Ce bordereau sera d'abord rempli à la main puis soumis directement au lecteur optique, dont la capacité de balayage sera de 400 caractères à la seconde. Le lecteur est en liaison avec un ordinateur Mini 6 de CII-Honeywell Bull, et connecté à une unité de bande magnétique sur laquelle s'enregistreront les données nécessaires aux opérations de paiement. Un écran de visualisation indique les caractères sur lesquels « bute » le lecteur et qui seront entrés par l'intermédiaire d'un clavier.

La saisie optique représente une économie de travail considérable. Sur un petit matériel comme le CIT 3000 (destiné aux bordereaux TUP), le rythme d'entrée des documents est dix fois plus rapide que celui des meilleures perforatrices, et avec une garantie totale d'absence d'erreurs. Aussi, la saisie des données par lecture optique est-elle promise à un grand avenir. On travaille actuellement sur des machines qui associent les deux modes de saisie : le lecteur lit tout ce qu'il est « capable » de repérer et l'opératrice n'encode que les informations complémentaires. La lecture optique présente en outre l'avantage de garder les données visibles pour l'œil humain, ce qui apporte une plus grande garantie dans l'exactitude des informations.

GINETTE BLERY

QUAND L'ORDINATEUR A

Certaines mémoires à semi-conducteurs sont parfois victimes de curieuses mésaventures. Issu de l'enrobage ou du support céramique des « puces » de silicium, le rayonnement alpha des atomes de thorium ou d'uranium y crée un excès de porteurs de charges. D'où possible effacement d'un « bit » de mémoire...

On en parlait depuis quelque temps sous le manteau, puis la rumeur a commencé à s'amplifier, et finalement l'affaire a éclaté. En deux fois : des articles dans la plus importante revue d'électronique des États-Unis, puis une bonne demi-douzaine de communications présentées fin avril 79 à San Francisco, dans le cadre de l'International Reliability Physics Symposium (symposium international sur la physique de la fiabilité).

Le sujet est d'importance : des erreurs aléatoires frappent le contenu de la mémoire centrale des ordinateurs (au moins certaines catégories très répandues que nous allons préciser) plusieurs fois par jour pendant qu'ils sont au travail, avec des conséquences tout à fait désagréables.

IMPORTANCE DE LA MÉMOIRE CENTRALE. C'est le carrefour où transitent toutes les informations de l'ordinateur. On y trouve en effet :

— le programme qui fait fonctionner la machine : au départ du travail, il est lu sur disques et chargé dans une partie de la mémoire centrale ;

— les données en provenance des fichiers : pour mettre à jour une position de stock ou consulter un compte-client, on commence par rechercher l'enregistrement correspondant sur disque, puis on le charge en mémoire centrale. C'est seulement lorsqu'il est là qu'on peut l'afficher et le modifier,

— les résultats : tout cumul, analyse statistique, résultat de calcul, est inscrit dans la mémoire centrale avant d'y être repris pour transfert vers l'écran, l'imprimante ou les disques.

Une erreur, ne serait-ce que d'un bit (chiffre binaire zéro ou un) se produisant à un instant donné dans la mémoire centrale aura les conséquences les plus diverses selon la zone d'information atteinte : quantité numérique faussée, faute d'orthographe dans un texte, fonctionnement erratique plus ou moins visible du programme, etc.

MÉMOIRES STATIQUES ET DYNAMIQUES. Les mémoires magnétiques à tores de ferrite sont maintenant complètement supplantées par les mémoires à circuits intégrés, en général en technologie MOS. Ce sont elles qui, dans une bonne mesure, ont rendu possible l'apparition des micro-ordinateurs. Tous les gros ordinateurs récents les utilisent également.

Deux types très différents de mémoires à circuits intégrés existent actuellement, les statiques et les dynamiques.

Dans les mémoires statiques, la cellule mémoire stockant un bit est composée d'une bascule à six transistors. Le courant passe en permanence à travers une partie de la bascule, côté gauche pour zéro, côté droit pour un. On a en somme un commutateur à deux positions, allumant une ampoule ou une autre. La fiabilité est excellente, mais il y a des contreparties : la cellule mémoire est encombrante (moins de bits par puce, d'où un coût assez élevé) et elle consomme du courant (d'où la nécessité de solides alimentations, également coûteuses).

Dans les mémoires dynamiques, la cellule mémoire ne comprend que trois transistors, voire un seul chez certains fabricants de composants. On utilise la capacité parasite entre grille et substrat d'un de ces transistors MOS à effet de champ, qui joue ainsi le rôle de condensateur. Le condensateur sera chargé pour un, déchargé pour zéro. Malheureusement, l'isolement entre électrodes du transistor ne peut être parfait, sa résistance étant de l'ordre de dix mégohms, et la petite charge fuit assez rapidement. On rafraîchit donc les cellules mémoire à bonne cadence, en général 500 fois par seconde, ce qui est d'ailleurs une servitude assez gênante. La lecture est égale-

DES TROUS DE MÉMOIRE...

ment un peu délicate, car la charge étant faible, il faut des amplis de lecture très sensibles. Par contre, le gain en volume et donc en coût, est considérable : quatre fois environ. De plus, la consommation électrique est très faible, d'où des alimentations bon marché de très petite taille.

Avec de tels avantages, la mémoire dynamique a pris une part de marché rapidement croissante. Bien qu'aucune statistique n'ait été publiée, au moins quatre ordinateurs sur cinq l'utilisent actuellement.

Cependant, dès l'apparition des mémoires dynamiques, des bruits commencèrent à circuler dans les milieux techniques. On parlait de « hoquets » périodiques produisant des erreurs... L'un des premiers constructeurs de « minis » à utiliser la mémoire dynamique dota, du reste, sa série d'un code de contrôle élaboré (5 bits de clé de contrôle pour 16 bits de données). Sans peut-être aller jusque-là, un contrôle de parité (comme pour les tores de ferrite) paraissait au moins nécessaire.

Cependant, la réalisation des dits contrôles est complexe, et seuls en général les constructeurs d'assez gros matériels en firent usage. La plupart des petites machines sont tout simplement munies de mémoire dynamique sans aucun contrôle.

LES RADIATIONS ALPHA. Les troubles inexplicables continuant, les suspects n° 1 ont d'abord été les rayons cosmiques. Un des fabricants de composants les plus en pointe a été jusqu'à faire rentrer 30 tonnes de plomb dans son laboratoire pour leur faire écran : les erreurs ont continué à se manifester. Fort heureusement ! Car si les vrais coupables avaient été les rayons cosmiques, la protection n'aurait pas été évidente...

Petit à petit, la vérité est apparue : l'ennemi provenait de l'intérieur.

Les erreurs sont en fait provoquées par les rayons alpha issus de l'enrobage et de la céramique qui porte la « puce » de silicium du circuit intégré. Les atomes de thorium et d'uranium, présents dans les couches géologiques d'où proviennent les argiles servant à la fabrication des céramiques (sous forme de traces, quelques millionièmes) sont radioactifs : ils émettent nombre de particules alpha, c'est-à-dire des noyaux d'hélium (deux protons plus deux neutrons) animés d'une forte énergie (cinq mégaélectrons-volts).

Lorsqu'une particule alpha arrive dans le silicium, elle est freinée sur un parcours d'une vingtaine de microns, et l'énergie correspondante crée plus d'un million de paires de porteurs de charge électrique dans le semiconducteur (électrons, et trous positifs). Si le point d'impact est au voisinage du transistor-condensateur, les trous viennent annuler sa charge d'électrons, et le un se transforme en zéro. Ce sont les trous... de mémoire ! Si l'impact est sur une ligne de lecture, on a une fausse lecture... Plus l'intégration est forte, plus il y a d'erreurs.

Les mémoires statiques courantes, elles, sont entièrement à l'abri de telles mésaventures, puisqu'elles ne stockent pas de charge et que leurs signaux de lecture sont beaucoup plus puissants, vue la présence constante du courant.

Au contraire, certaines catégories très particulières de statiques sont aussi touchées : les statiques ultra-rapides (vers 55 nanosecondes) et les statiques à faible consommation, où l'on a remplacé deux des six transistors par des résistances très élevées (de l'ordre du gigohm), abaissant le courant de cellule jusqu'à des valeurs très faibles, de l'ordre du picoampère.

UN UTILISATEUR AVERTI EN VAUT DEUX... soit 10 en binaire ! La morale de ceci est que le « tout nouveau, tout beau » existe aussi en électronique. Les erreurs aléatoires sont bien gênantes en travail scientifique, et encore plus en gestion. On a bonne mine quand on fait la centralisation comptable et le bilan...

Il est heureusement facile de connaître la technologie utilisée dans un ordinateur. En l'état actuel des choses, seule la mémoire statique normale (un coup d'œil à l'importance de l'alimentation sera utile), ou la dynamique avec au moins un contrôle de parité, offrent une sécurité acceptable à l'utilisateur. A lui de bien ouvrir les yeux...

JEAN-PIERRE BOUHOT

LE DÉFI TÉLÉMATIQUE

Au cours des années 80, le défi universel de la télématique devra être relevé si la société française veut conserver son indépendance et sauvegarder ses chances dans le domaine des industries du futur.

C'est à M. Gérard Théry, directeur général des télécommunications depuis 1974 au ministère des PTT, que nous avons demandé quelle approche nous devions avoir de ce problème crucial.

● Alors que les années 70 s'achèvent, nous entrons dans l'ère de la télématique dont la phase de développement occupera la décennie 80. La France n'a pas le droit de manquer ce rendez-vous qui prépare l'avenir de chacun d'entre nous. Pourquoi ? Tout d'abord parce que les services nouveaux de la télématique, déjà perçus dans les rapports du citoyen avec les grandes entreprises et l'Administration, s'étendront considérablement pour être au service de notre vie quotidienne. Ensuite parce que la télématique, phénomène universel, met en cause notre souveraineté, tant sur les sources d'information que sur les implications industrielles.

Or l'observation du milieu international conduit à penser que « le coup est parti ». La France est actuellement bien placée, mais les deux années qui viennent seront décisives. Notre avenir quotidien et les chances de l'industrie française du futur se jouent aujourd'hui.

POUR UNE STRATÉGIE. La télématique est née du mariage entre les ordinateurs et les réseaux de télécommunications. Son développement nécessite la maîtrise de ces deux techniques, mais aussi des composants, des services et des terminaux. Parmi ces cinq techniques, la France dispose de deux points forts : les services et les télécommunications.

— Les services et programmes parce que les sociétés françaises de service et de conseil en informatique ont acquis une réputation mondiale et se tiennent parmi les premières en Europe et même dans le monde.

— Les Télécommunications parce que notre technologie est à la pointe du progrès et que nous disposons d'un marché intérieur important et en développement.

— Quant aux autres techniques, le marché français de l'informatique est contrôlé à 70 % par la concurrence étrangère mais le pôle français constitué par CII-HB représente une plate-forme sérieuse ; dans le domaine des composants, où les États-Unis et le Japon représentent 80 %, le plan mis en place par le gouvernement est porteur d'avenir ; enfin pour les terminaux, en majorité américains et japonais, les constructeurs nationaux sont en mesure d'occuper une place croissante.

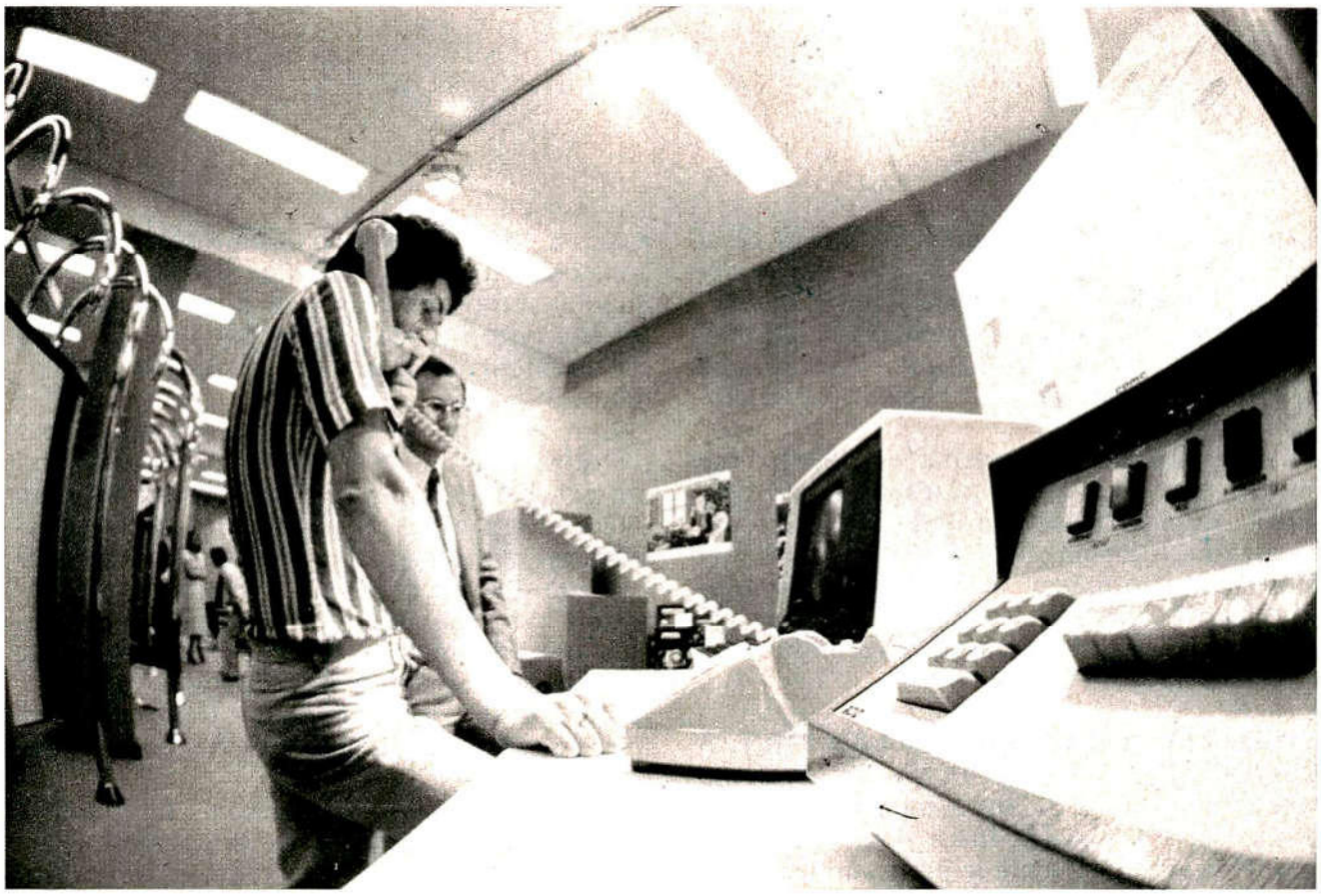
Il s'agit donc de développer les points forts générateurs de marchés porteurs ; ainsi, les industries françaises des composants, des terminaux et des ordinateurs mettront à profit les commandes enregistrées pour s'imposer sur le marché national et investir les places étrangères. Cette nécessité s'impose d'autant plus qu'elle recouvre un double aspect : défensif et offensif.

Au plan défensif, la télématique met en jeu les souverainetés. Si les premiers ordinateurs français ont été l'expression d'une volonté d'indépendance, l'enjeu s'est aggravé. Il faut prendre en compte la stratégie des groupes internationaux et faire face à leurs défis : leurs ordinateurs, leurs terminaux, demain leurs réseaux de télécommunications. Et se garder d'une triple aliénation : industrielle ; gestion du réseau ; accès aux banques de données. La télématique peut également servir des desseins offensifs car sur elle repose une bonne part de la compétitivité de l'industrie française tant dans un avenir proche que dans le futur. Par ailleurs, elle favorise le développement de nos exportations et est créatrice d'emplois.

LES DÉCISIONS. Si les principales échéances tombent aujourd'hui, il faut savoir que l'effort a déjà été engagé depuis plusieurs années. Un tournant décisif se situe en 1975 lors du démarrage du 7e Plan, dont une des priorités est le développement du téléphone.

Il s'agissait de rattraper un retard quantitatif ; nous n'avions que 6 millions de lignes pour plus de 50 millions d'habitants, l'objectif étant d'atteindre près de 16 millions de lignes en 1980, avec une amélioration de la qualité de service de l'ordre de 50 %.

Les Télécommunications consistaient, presque exclusivement, à transmettre la voix par le téléphone. Parallèlement à cette croissance quantitative et qualitative, un autre mouvement s'opérait : celui-là touchant l'informati-



SEMS

que. Hier les ordinateurs étaient onéreux, peu performants, de nature ésotérique et de ce fait réservés à un nombre restreint d'entreprises et de fonctions. Aujourd'hui, il existe une multitude de petits ordinateurs, accessibles à un nombre toujours plus important d'utilisateurs, et dont le coût ne cesse de décroître puisqu'entre 1975 et 1985, à performance égale, ce coût devrait être divisé par 4 environ. De la conjonction d'un réseau disponible et performant et des possibilités offertes par l'informatique naissait la télématique.

Le bon vieux téléphone deviendra ainsi l'accès à un réseau complet d'information, ses milliers de kilomètres de lignes qui innervent l'hexagone seront appelés à transmettre en plus des conversations habituelles, toutes sortes de messages : documents photocopiés, signaux de télécommande, pages d'annuaires ou de catalogues, « données » en provenance d'ordinateurs, images fixes et bientôt animées. Aussi fut-il décidé, lors du conseil interministériel du 6 décembre 1978 de faire du réseau de télécommunications un des instruments de « l'informatisation de notre société ». Cette décision impose donc aux Télécommunications de se lancer résolument dans les projets télématiques.

Les objectifs généraux sont au nombre de quatre :

— répondre pleinement à tous les besoins des Français et de l'économie nationale ;

— veiller à ce que la mise en œuvre de la télématique au plan français et au plan mondial soit cohérente, ce qui implique notamment une politique vigoureuse de normalisation internationale ;

— accroître la rentabilité de ses investissements afin d'assurer une saine gestion, tout en faisant face à ses obligations de service public ; (1)

— préparer l'avenir de l'industrie française et aider à l'expansion de sa capacité exportatrice.

LES ATOUTS. Les atouts existent mais l'effort doit être permanent pour les conserver ou les améliorer.

Le réseau de télécommunications est déjà important et s'étend chaque jour : 14 millions de lignes à la fin de 1979 ; pour atteindre 20 millions en 1982, 2 millions de lignes nouvelles seront créées chaque année. Si l'on y ajoute les transferts, cela représente — chaque jour — près de 10 000 installations chez les abonnés. D'autre part, le réseau se diversifie déjà avec les liaisons spécialisées Transmic et Transpac pour les transmissions de données. Transpac représente un exemple original de développement : géré par une société d'économie mixte associant l'administration et les uti-

(1) Ce qui exprime le souci qui anime la Direction Générale des Télécommunications de rentabiliser le réseau dont elle est gestionnaire. En effet, les Télécommunications françaises n'émargent pas au « budget général » de l'État et ne tirent donc aucune ressource de ce que nous payons au titre des impôts. Elles doivent trouver leur équilibre financier à partir des taxes et redevances payées par les utilisateurs.

lisateurs, il offre à ces derniers un réseau sûr et performant à un prix attractif qui peut représenter une baisse de 50 % par rapport aux solutions proposées antérieurement. Il permet, par ailleurs, l'interconnexion entre terminaux différents et rend possible l'accès à la téléinformatique des PME.

Le réseau français Transpac est aujourd'hui un des plus importants réseaux de ce type dans le monde et sans doute le plus puissant. Il s'étend à l'Europe avec le réseau Euronet et intéresse les étrangers, comme le prouvent les expériences réalisées au cours des derniers mois par la société Transpac et les industriels intéressés au projet.

DEMAIN, TELECOM I ET LES FIBRES OPTIQUES. C'est un grand pas en avant qui a été effectué en décidant le lancement de Télécom I en 1982 par la fusée Ariane. L'investissement que représente le programme — aux environs de 1,5 milliard de francs — offrira notamment un service global de communication télématique aux entreprises.

Ce projet placera la France parmi les leaders des télécommunications spatiales. Il permettra de concurrencer notamment les États-Unis dans un domaine qui pourrait paraître leur être réservé.

Les fibres optiques, quant à elles, préfigurent le réseau du futur. Leurs caractéristiques sont réellement révolutionnaires. Sur le plan matériel, elles représentent une économie considérable de matières premières et de travaux ; sur le plan du service, elles apportent la possibilité de transporter à la fois la parole, les données informatiques et l'image. Pour concrétiser ces performances, une liaison expérimentale dans un contexte réel d'exploitation a été décidée : elle reliera en 1980 deux centraux parisiens : « Tuileries » et « Philippe-Auguste ». Enfin, en attendant cette révolution, une mise à niveau du réseau existant exige des efforts quotidiens afin que les services télématiques soient tout de suite opérationnels.

La commutation électronique se met en place rapidement. En 1978, 400 000 lignes ont été raccordées à des centraux électroniques, 1 000 000 de lignes supplémentaires le seront en 1979. Le tiers du parc sera équipé en 1982, et en 1992 tous les centraux seront électroniques. Condition essentielle pour des services nouveaux comme la numérotation abrégée, le rappel automatique du dernier numéro ou la mise en conférence de plusieurs abonnés, elle constitue par ailleurs une nécessité économique par son prix d'ores et déjà moins cher que les équipements classiques, par le gain d'encombrement des bâtiments et par sa maintenance allégée.

La commutation « toute électronique » qui investira tous les centraux français au cours des prochaines années est maintenant devenue une évidente nécessité pour toutes les administrations mondiales. Or l'industrie française possède des matériels qui tiennent la comparaison avec les meilleurs étrangers. A l'occasion des créations ou des renouvellements de leurs parcs, les clients internationaux peuvent donc profiter de l'expérience française pour faire un choix favorable aux matériels français.

Aux industriels de savoir maintenant conquérir des marchés dans un contexte assez favorable, mais dont les acteurs et les enjeux sont impressionnants. En effet, le marché mondial de l'industrie des télécommunications est évalué à 30 milliards de dollars et pourrait doubler d'ici 1985. Plus de la moitié de la production mondiale est assurée par quatre sociétés américaines ou canadiennes : Western Electric (AAT) (23 %), ITT (15 %), GTE (14 %) et Northern Telecom (4 %) ; au Japon, Hitachi, NEC et Fujitsu représentent 8 % ; en Europe sept grosses sociétés totalisent environ 25 % (Siemens à lui seul représente 8 %). Les groupes français les plus importants (Thomson-CSF et CIT-Alcatel) sont aux environs du 8e rang. Sur ce marché global, on estime dans les milieux internationaux que l'importance des marchés captifs ne laisse que 20 % environ des marchés libres ouverts à la concurrence.

Les progrès technologiques enregistrés sur les composants et les circuits intégrés ont conduit les prix à connaître une baisse de l'ordre de 1 pour 1 000 au cours des 10 dernières années.

Le marché mondial, qui était de 2,2 milliards de F en 1975, se trouvait au-dessus de 5 milliards en 1978 et devrait approcher de 7 milliards en 1980. Outre IBM qui produit essentiellement pour ses propres besoins, les compagnies américaines comme Texas Instruments, National Semi-Conductor, Fairchild, Motorola ou Intel assurent les deux tiers de la production mondiale, l'Europe et le Japon se partageant le reste, à l'avantage du Japon et des pays du Sud-Est Asiatique.

Afin de disposer d'une production nationale de circuits intégrés et de répondre aux besoins quantitatifs et qualitatifs résultant du développement de la télématique, le gouvernement français a mis en place en 1978 un plan Composants associant les sociétés françaises à des partenaires privilégiés.

Par ailleurs, le Centre National d'Études des Télécommunications a mis sur pied un centre d'études sur les composants à Grenoble afin de préparer les années à venir. Cette mise en place entre dans une politique de recherche et développement pour laquelle de larges efforts sont consentis. La part de celle-ci représente, pour les Télécommunications seules, 1 milliard de francs environ.

Tout ceci nous amène à parler maintenant des services et de leur expression ultime, les terminaux. Tandis que le programme téléphonique français atteint un certain palier (1), d'autres services de télécommunications se développent rapidement. Il faut à peine trois ans pour doubler le parc d'extrémités de lignes en téléinformatique et des produits comme Eurosignal doublent en un peu plus d'un an. L'utilisation des lignes téléphoniques pour acheminer le trafic entre les ordinateurs et les terminaux progresse rapidement, de l'ordre de 30 % par an. Parallèlement des systèmes spécifiques vont faire l'objet d'expériences dès 1980, en utilisant éventuellement Transpac, qu'il s'agisse de la banque (CCMB), du tourisme (STT), du commerce (SIMPLEXCOM), etc. (2).

Il s'agit également de diversifier l'utilisation de la ligne dont l'élément terminal ne sera plus le seul poste téléphonique. Pour les besoins professionnels, des services comme la composition à distance (pour la presse) ou comme la télécopie sont déjà ouverts. Les machines de traitement de texte (machines à écrire perfectionnées avec mémoire, correction assistée, mise en page, etc.) seront progressivement branchées sur le réseau de télécommunications pour dialoguer entre elles. Le marché européen pour ce produit devrait doubler tous les 3 ou 4 ans pour dépasser les 2 milliards de F en 1984. Quant à notre vie quotidienne, elle sera concernée par des produits et services tels que le poste à clavier, l'annuaire électronique, le télécopieur, la téléalarme, la téléconférence, etc. Ces services se développeront d'autant plus facilement que leurs prix relatifs sont en baisse. En effet, tous les composants de la télématique présentent la même caractéristique : une diminution du coût relatif des circuits intégrés, terminaux, communications téléphoniques, etc.

On ne retiendra ici que deux exemples : le télécopieur et l'annuaire électronique.

La télécopie est une technique déjà ancienne et qui jusqu'à aujourd'hui était réservée à l'usage professionnel aussi bien par ses caractéristiques techniques que par son prix, situé entre 20 000 et 150 000 F pour un terminal. Le développement du télécopieur grand public ou plutôt à grande diffusion va bouleverser ce marché. La Direction Générale des Té-

LE PLAN FRANÇAIS

— Parc
- En 1974, parc de 6 millions de lignes principales.
- En 1978, la situation s'est déjà nettement redressée : parc de 12 millions.
- En 1979, parc de 14 millions.
- Pour rattraper le taux d'équipement des principaux pays développés, il est prévu 20 millions de lignes en 1982, 28 millions de lignes en 1987 et 34 millions de lignes en 1992.

— Financement : 120 milliards de francs français en cinq ans, soit près de 30 milliards de dollars.

Le plan français prévoit une introduction rapide de la commutation électronique et de la télématique dans le réseau, comme le montre le tableau suivant :

Prévisions	74	78	82	87	92
Lignes principales (millions)	6	12	20	28	34
	—	0,5	7	19	34
Lignes équipées de TELETEL			0,25	10	30
Lignes équipées de TELECOPIEUR (millions)				7	17
% commandes, centraux électroniques		50 %	100 %	100 %	100 %

(1) Au niveau très élevé de 2 millions d'abonnés nouveaux chaque année.

(2) CCMB : Centre de Commutation des Ménages Bancaires ; STT : Service de Téléinformatique Touristique ; SIMPLEXCOM : Simplification des Procédures Commerciales.

lécommunications a lancé une consultation auprès des constructeurs.

Les possibilités techniques futures du réseau, le fait que l'on puisse associer le télécopieur à un terminal de Vidéotex comme l'annuaire électronique, et les perspectives favorables sur l'évolution du prix de ce matériel, laissent penser que ce télécopieur devrait pouvoir équiper environ 50 % des lignes dans les années 90, soit une quinzaine de millions d'appareils représentant un marché de 30 milliards de francs 79, l'Administration consacrant pour en assurer le succès environ 30 millions de francs, en études, tests, essais et commandes propres.

Ainsi ce terminal télématique — parmi d'autres — nous deviendra familier, assurant les photocopies à domicile, la transmission de tous les messages qui seront reçus en automatique, c'est-à-dire même en l'absence de votre correspondant, pour le coût d'une communication téléphonique. Son développement sera d'autant plus important qu'un service particulier baptisé Transfax assurera la connexion de ces télécopieurs et des télécopieurs rapides professionnels. Grâce à ce service, les diverses institutions — entreprises commerciales, banques, assurances, administrations — pourront diffuser automatiquement des milliers de télécopies qui seront retransmises à chaque destinataire et que l'on recevra chez soi sans dérangement et dans les délais les plus rapides.

Enfin, on peut raisonnablement espérer que les télécopieurs français deviendront également familiers aux abonnés d'autres pays. Appuyés sur un tel marché intérieur, les industriels français devraient opérer une sérieuse percée à l'exportation. Selon les pays, c'est un taux de 15 à 30 % d'expansion que connaît ce secteur, avec des parcs actuels de l'ordre de 600 000 aux États-Unis et de 300 000 au Japon. Seul le Japon développe un produit grand public mais de caractéristiques différentes (format plus petit, réception non automatique).

Après la transmission de textes sur papier, abordons la transmission visuelle. Une des techniques du Vidéotex permet de recevoir sur un écran, par l'intermédiaire du téléphone, des informations stockées dans des ordinateurs avec lesquels il est possible de converser dans un langage accessible à tous. C'est une application propre à ses activités que la Direction Générale des Télécommunications souhaite développer : l'annuaire électronique. Tous les abonnés reçoivent leur annuaire gratuitement. C'est aujourd'hui près de 20 millions d'exemplaires représentant 30 000 tonnes de papier — pour une grande part importée — qu'il faut imprimer et distribuer. De plus, cette quantité de papier croît comme le carré du nombre d'abonnés (1), ce qui nous amène à un coût de près d'un milliard de francs en 1980 et à une consommation phénoménale de papier, de l'ordre de 120 000 tonnes en 1985. Cette application est un excellent exemple des effets de la télématique : elle permet non seulement des économies de matières premières et une diminution des coûts de fonctionnement du service public, mais aussi une amélioration du service rendu aux usagers qui pourront à tout instant et pour tout le territoire obtenir le renseignement recherché.

Pour mettre en œuvre ce projet, il a donc été décidé de faire une expérience à grande échelle : ce sont 250 000 abonnés d'Ile-et-Vilaine qui, au début de 1982, vont recevoir un annuaire téléphonique électronique. Comme pour l'ancien annuaire, il leur sera fourni gratuitement. Si l'expérience est concluante, la généralisation à l'ensemble du territoire français se fera progressivement jusqu'en 1992.

JUSQU'AUX ÉCONOMIES D'ÉNERGIE. Cette opération est révolutionnaire. Certes la technique du Vidéotex est déjà développée à l'étranger et il faut concéder que les Anglais avec leur système Viewdata-Prestel et même les Canadiens avec Telidon nous précèdent dans leur mise en œuvre. Le British Post Office a par exemple consacré des sommes importantes, plus de 200 millions de francs jusqu'à ce jour (20 millions de livres sterling) et près de 1 milliard de francs (100 millions de livres) à l'horizon 1985. Il a par ailleurs formé une équipe de 200 personnes afin de promouvoir le système Prestel. Cependant, avec cet annuaire électronique, l'industrie française détient l'opportunité d'être de loin la première à pouvoir offrir des matériels et des services opérationnels à grande échelle, dans les délais qu'impose la concurrence internationale, et à un prix compétitif grâce à un marché intérieur de 30 millions de terminaux représentant près de 12 milliards de francs 79 pour les 12 ans à venir. C'est enfin l'occasion pour la recherche de développer de nouveaux matériels.

---

*(1) * Exemple : A raison de 100 renseignements par page, pour 100 abonnés, il faut 100 annuaires d'une page, soit 100 pages. Pour 200 abonnés, il faudrait 200 annuaires de 2 pages chacun soit 400 pages.*

Un autre atout de la télématique réside en ce qu'elle est économe d'énergie et génératrice d'économie. Par exemple, en ce qui concerne les Télécommunications seules (Administration), il a été consommé en 1978, 250 000 tonnes d'équivalent pétrole, c'est-à-dire environ 0,15 % de la consommation nationale d'énergie alors que l'activité des Télécommunications (Administration) représente 1,1 % du PIB.

En première analyse et compte tenu de la diversification télématique et de la répartition de cette consommation entre équipements techniques, véhicules et bâtiments, la consommation d'énergie devrait au plus doubler alors que le parc triplera. Pour l'ensemble de la branche des Télécommunications, la consommation totale 1978 d'énergie a représenté moins de 0,5 % de la consommation nationale alors que la valeur ajoutée correspondant à ce secteur est de 2 % du PIB.

Les prévisions sont difficiles à faire mais compte tenu des applications télématiques à venir, la part de la valeur ajoutée correspondant à ce secteur devrait dépasser nettement 2 % alors que sa consommation d'énergie augmentera moins vite grâce aux nouvelles technologies (circuits intégrés, cristaux liquides, fibres optiques).

En tant que génératrice d'économie d'énergie et de matières premières, on ne citera que quelques applications comme l'annuaire électronique (pâte à papier, transport et distribution), le télétraitement de texte et la téléconférence. Ainsi, on a calculé que pour une téléconférence de 6 personnes à 700 km la dépense énergétique est 1 000 fois moins importante que les déplacements correspondants.

Enfin, la pénétration de la télématique sera un facteur positif de décentralisation. La mutation économique que nous vivons doit se traduire en effet par davantage de décentralisation des responsabilités et des activités. La télématique la rend possible, dans la mesure où elle permet aux unités décentralisées de disposer de toutes les données d'informations nécessaires à leur travail, de dialoguer en temps réel avec les autres unités, centrales ou décentralisées, voire, pour le secteur des services, de transmettre aussitôt à leurs clients le fruit de leur travail. C'est dans cette perspective, et avec pour objectif de faciliter cette décentralisation, qu'il faut comprendre, par exemple, le principe de tarification à la durée sans aucun effet de distance retenu par le réseau Transpac. A terme, cette même évolution peut conduire au travail à domicile ou à d'autres formes d'organisation du travail, qui ont pour facteur commun une plus grande liberté des individus.

L'enjeu télématique conduit à créer un cadre favorable au développement de produits nouveaux, cadre où se rencontrent, s'interpénètrent, les secteurs de l'informatique, des entreprises industrielles et de services, et les Télécommunications.

Mais selon la façon dont ce cadre est défini, cette structure d'accueil peut aboutir à des résultats bien différents. S'il ne s'agit pour les Télécommunications que de mener à son terme la seule diffusion du téléphone avec une bonne qualité de service, alors on verra se créer sur son pourtour, un marché très conséquent de dispositifs terminaux produits par les géants du circuit intégré, de l'informatique ou de l'audio-visuel — le plus souvent importés. Si l'on choisit une autre ambition, on peut au contraire, et c'est l'option qui a été retenue en France, promouvoir la télématique, créer un marché intérieur suffisamment important pour permettre le développement d'une industrie nationale compétitive (1).

Pris sous cet angle, les projets concernant le Vidéotex, l'annuaire électronique, la télécopie et la bureautique peuvent être considérés comme autant de têtes de pont en vue de modifier les rapports de force internationaux existants.

Ces diverses urgences et motivations rappelées, reste une interrogation : parmi ces « services » que nous avons évoqués ou qui le sont par ailleurs, lesquels deviendront des équipements courants, au même titre que l'électroménager, et quels seront ceux que nous n'avons pas encore envisagés mais qui s'imposeront demain ? Il semble que le verdict ne puisse venir que des utilisateurs présumés ; il faut donc qu'ils puissent en faire l'essai et c'est pourquoi il faut et faudra organiser des expériences. Ainsi, pourra être déterminé ce qui correspond aux besoins réels et ce qui, dans la complication de notre vie moderne, contribuera à simplifier et enrichir notre existence de tous les jours.

G.T.

(1) Les coûts unitaires baissent d'un certain pourcentage (par ex. de 15 à 30 %) chaque fois que la production cumulée depuis l'origine a été multipliée par 2.

LES NOUVEAUX RÉSE

Courrier électronique et télé-poste, téléécriture et télécopie, téléconférence et bureau informatique à domicile, banques de données et télétraitement... Autant d'enfants en gestation, de prestations nouvelles offertes bientôt aux foyers et aux entreprises. Autant d'innovations aussi s'apprêtant à bouleverser notre mode de vie. Elles sont la retombée du mariage entre les ordinateurs et les télécommunications au sein de vastes réseaux de transmission de données couvrant bientôt notre planète et très prochainement reliés entre eux par satellites.

Pour certains experts américains, « l'ère de l'information de masse est en train de succéder à l'ère industrielle ». Selon eux, le secteur économique qui regroupe toutes les activités ayant à consommer, traiter, stocker ou distribuer de l'information emploierait déjà la moitié de la population active américaine.

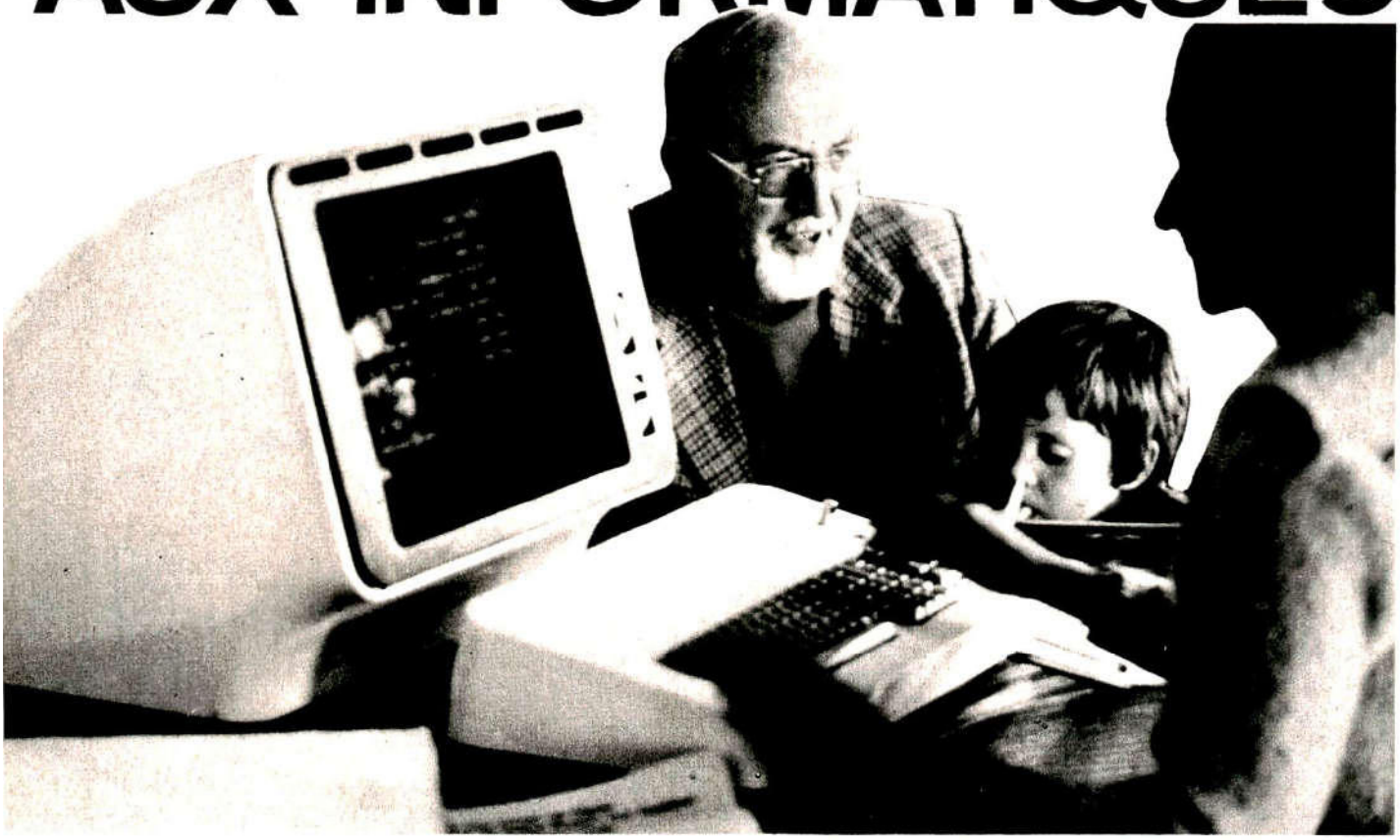
L'ÉPINE DORSALE DE LA TÉLÉMATIQUE. En France, sous l'impulsion du Président de la République, le gouvernement a lancé un « plan d'informatisation de la société » pour lequel a été débloqué, le 6 décembre 1978, 2,25 milliards de francs. Ce plan faisait suite au célèbre rapport de MM. Simon Nora et Alain Minc. Les auteurs y montraient que l'alliance de l'informatique et des télécommunications — qu'ils ont baptisée « télématique » — allait jouer un rôle fondamental dans l'évolution de notre société, les conditions de vie, l'emploi, la culture, la politique, les échanges extérieurs, etc. Selon eux, *« notre terre tendait à devenir un village planétaire téléinformatisé et ses habitants des citoyens électroniques »*. Car ils prédisent, preuves à l'appui, que le développement de cette télématique va s'accompagner d'une multiplication des possibilités techniques proposées aux entreprises ou aux foyers : courrier électronique ; service message télévisuel individuel ; accès à des centres d'information ou des bibliothèques automatiques (ou « banques de données ») gérées par ordinateur ; téléécriture, télécopie et journal à domicile ; systèmes bancaires planétaires ; dispositifs automatiques de réservation de places (dans le train, l'avion, les hôtels, les théâtres) ; téléconférence, etc. Ce que confirme M. Gérard Théry, Directeur général des télécommunications, dans la préface d'un récent ouvrage intitulé « La Téléinformatique, clé de la Télématique » : *« Dès le début de la prochaine décennie, on assistera à une explosion fantastique de ces nouveaux modes de communication. Le monde des affaires, la vie sociale, culturelle et même familiale s'en trouveront transformés. La télématique industrielle ou domestique sera devenue le compagnon indispensable du monde de demain »*.

Un constat : depuis le rapport Nora-Minc, la télématique a été sacrée « super-star » des préoccupations gouvernementales. Elle est par ailleurs l'objet de débats, d'analyses, de controverses entre tous ceux qui pensent inventer notre futur.

« L'exploitation du réseau « TRANSPAC » sera assurée jour et nuit à compter du jeudi 21 décembre 1978, grâce à la mise en service des premiers commutateurs du réseau et des centres de supervision chargés de la surveillance et du contrôle du trafic. » Ce modeste communiqué tombé sur les téléscripteurs des agences de presse constituait à la fois un aboutissement et un coup d'envoi. Un aboutissement, parce qu'il avait fallu trois ans d'efforts depuis ce mois d'avril 1975 où un Conseil restreint présidé par Valéry Giscard d'Estaing décidait de doter la France d'un réseau public qui serait appelé Transpac. Un coup d'envoi parce qu'avec ce réseau, s'amorce le processus de banalisation et de démocratisation de l'échange automatique d'informations entre ordinateurs d'origines et de marques différentes. Cet échange, qualifié de « téléinformatique » ou encore de « télétraitement » par les spécialistes était jusqu'ici très limité, s'opérant au coup par coup entre des matériels d'une même famille. Les ordinateurs, comme les réseaux de communication utilisés, ne parlaient pas, en effet, le même langage, ne se comprenaient pas. Cette incommunicabilité donnait

L'informatique à la portée de tous, certes... Mais aussi des transferts d'informations grandement facilités d'ordinateur à ordinateur.

AUX INFORMATIQUES



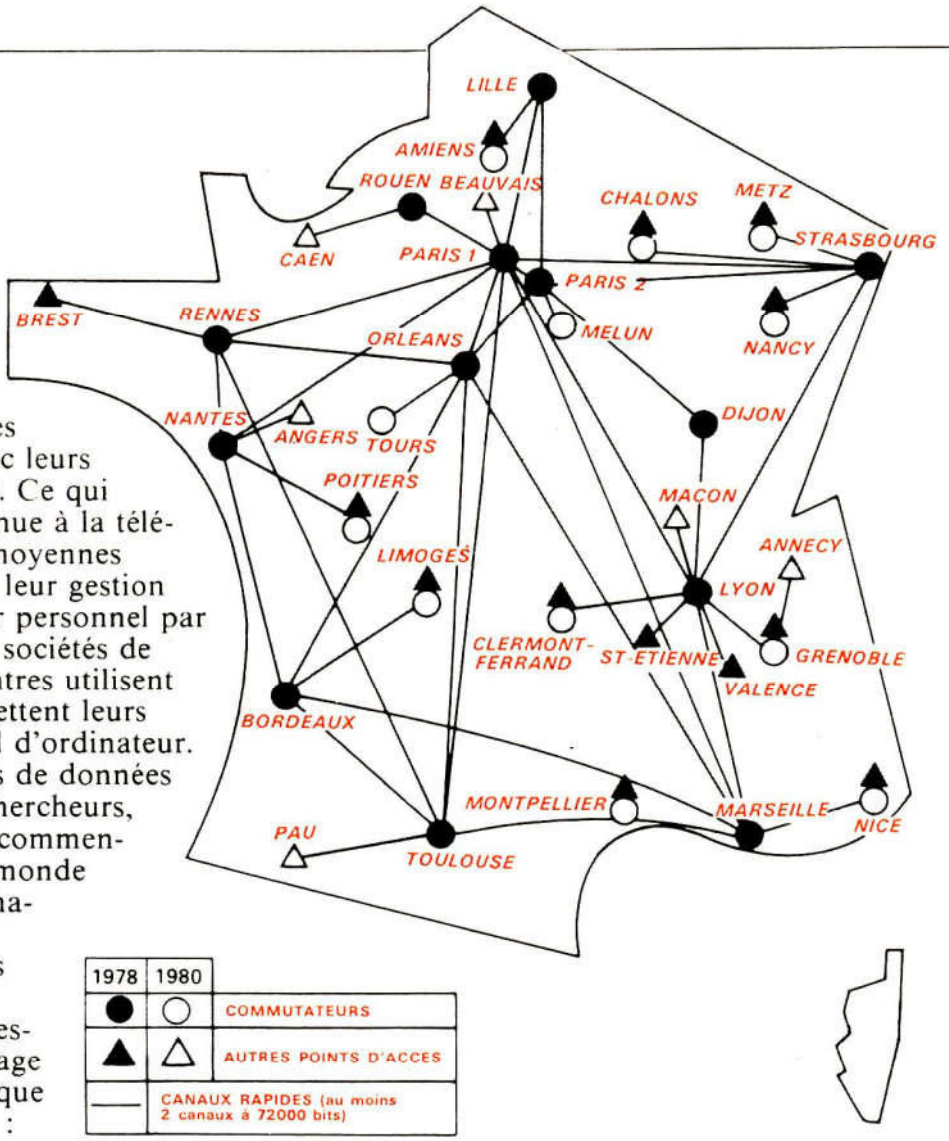
Rémy Poinot

lieu à un phénomène de « babélisation » de la téléinformatique.

LA FIN DE LA BABÉLISATION DES RÉSEAUX. Les entreprises françaises, les administrations et les services publics n'ont, en effet, pas attendu Transpac pour se doter de vastes réseaux de téléinformatique. Air-France et la SNCF pour la réservation des places voyageurs ; les banques pour la distribution automatique des billets, la circulation des chèques et la mise à jour de leurs comptes clients ; les PTT pour les livrets de caisse d'épargne ; les compagnies d'assurances ou encore certains grands services publics comme la RATP ou l'EDF. Tous, en faisant appel à des systèmes de téléinformatique très importants, ont popularisé aux yeux des citoyens l'usage de l'ordinateur. Pire : quand on ne trouve pas la place de train désirée ou quand on constate une erreur dans son relevé bancaire, on s'empresse d'accuser la merveilleuse machine électronique. Ingratitude humaine !

La téléinformatique, « l'ordinateur au bout du fil » du terminal ou du robot électronique qui délivre un droit de passage (dans le métro), un crédit d'heures (horaires variables dans les entreprises), ou d'argent (carte de crédit magnétique), est en passe, d'année en année d'entrer dans les mœurs et fait chaque jour de nouveaux adeptes. De plus en plus, notre existence est conditionnée, parfois régie, par les dialogues entre ordinateurs et les « transactions » s'opérant par l'intermédiaire de « robots électroniques » : caisse de super-marché, guichet de banque ou de métro, bureau de poste, etc. Demain, semblables terminaux reliés à de vastes centres informatiques travaillant en temps réel seront installés chez le percepteur, à la Sécurité sociale, dans les mairies ou à la caisse des petits commerçants. Ces derniers par exemple, sur présentation d'une carte de crédit magnétique, débiteront directement en banque le compte du client et créditeront celui du magasin où s'est effectué l'achat, sans qu'il y ait manipulation d'argent liquide. Une telle expérience est menée actuellement dans l'Ain, à Bourg-en-Bresse, et porte le nom de « transfert électronique de fonds ».

Les grandes entreprises commerciales ou in-



dustrielles se sont bien sûr dotées, elles aussi, de tels réseaux leur permettant d'opérer des transactions, des échanges d'informations avec leurs nombreuses usines et filiales. Ce qui est plus nouveau, c'est la venue à la téléinformatique des petites et moyennes entreprises, qui font réaliser leur gestion comptable ou la paie de leur personnel par les centres informatiques de sociétés de services spécialisées. Ces centres utilisent les données que leur transmettent leurs clients à l'aide d'un terminal d'ordinateur.

Parallèlement, les banques de données (destinées notamment aux chercheurs, techniciens, fonctionnaires) commencent à se multiplier dans le monde et d'immenses réseaux internationaux de téléinformatique privés forment de complexes toiles d'araignée par dessus les frontières, uniquement destinées à la collecte, au stockage et à la distribution automatique d'informations. Un exemple : depuis octobre 1977, les grandes banques françaises (Crédit Lyonnais, B.N.P., C.C.F.) utilisent le réseau international de communications et d'échanges inter-bancaires SWIFT. Ce dernier, fondé par 463 banques de 15 pays, a coûté 25 millions de dollars. Il peut transmettre jusqu'à 300 000 messages par jour ! SWIFT a pourtant un inconvénient de taille : toutes les banques dont les matériels ne parlent pas le même langage que lui ne peuvent communiquer avec leurs homologues.

Le même inconvénient se retrouve au niveau des banques de données et des grandes entreprises dont les réseaux différents ne permettent pas à leurs ordinateurs (eux aussi différents), de s'échanger des informations. Ainsi, bien que disposant de réseaux, la SNCF ne peut échanger automatiquement la moindre donnée avec Air France ; il en va de même des grandes compagnies d'assurance entre elles, d'IBM avec la CII-Honeywell Bull, du Centre National d'Études des Télécommunications (CNET) dont le centre de documentation automatique (appelé « Télédoc ») ne peut avoir accès aux grands fichiers documentaires américains du même genre.

Chacun est dans sa tour d'ivoire et ne peut s'adresser qu'à sa famille d'utilisateurs.

Ce phénomène présentait le danger d'une prolifération de réseaux privés, surtout réservés aux grandes entreprises nationales et multinationales faisant la loi en matière de distribution des connaissances. En tête de ces mammouths viennent, bien sûr, les firmes américaines (IBM, NCR, ATT, RCA, etc.) se taillant déjà des monopoles de fait et se livrant de chaudes batailles pour rendre « captifs » les échanges d'informations entre entreprises, voire entre nations. Pour ces dernières, le risque d'une dépendance (culturelle, sociale, politique, économique) était d'autant plus sérieux que l'ère des réseaux de téléinformatique par satellite est pour demain, avec des communications transcontinentales se moquant des frontières et du pouvoir des gouvernements.

Or, justement, avec Transpac peuvent être enfin gommées ces cloisons étanches entre réseaux, cette absence de dialogue, cette incompréhension physique, cette tendance des États-Unis à vouloir monopoliser la distribution des informations économiques, sociales, politiques, culturelles. Par rapport aux réseaux jusqu'ici utilisés (téléphone, télex, liaisons spécialisées dans le transport de données numériques), Transpac peut être considéré comme

En page de gauche, le réseau Transpac en cours de développement. En bas de page, commutateur Transpac à Paris, rue des Archives.

une « autoroute à grande circulation » favorisant, sur le plan national et international, un trafic rapide et massif de données entre tous les ordinateurs.

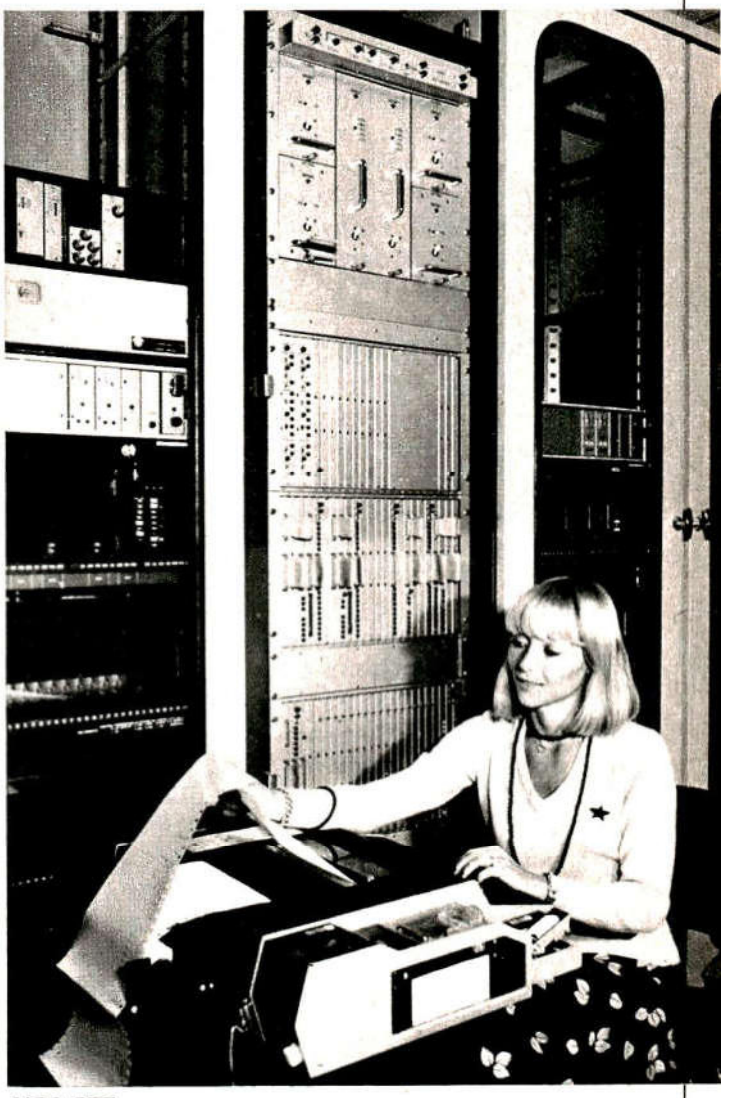
La technique retenue est la commutation par « paquets », c'est-à-dire par tronçons ou séquences de message. Quant à la procédure (ou protocole) de transmission utilisée, c'est celle désignée « recommandation X25 ». Cette technique et cette procédure ont été normalisées en 1976 sur le plan mondial par le Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (CCITT). Ladite normalisation est l'amorce d'une démarche plus sage de la part des pays industrialisés. Elle vise à imposer à leurs futurs réseaux publics un langage unique leur permettant un jour de communiquer entre eux.

De nombreux autres pays ont ou vont avoir des réseaux de commutation semblables au réseau public français : États-Unis, Grande-Bretagne, Canada, Pays-Bas, Espagne, Japon, puis, progressivement, la Suisse et les Pays scandinaves. Sans oublier le réseau Euronet, commandé par la Communauté économique européenne, et qui devrait être mis en œuvre très prochainement. Phénomène de portée considérable, ces réseaux permettront bientôt aux ordinateurs du monde entier de communiquer entre eux, de s'échanger des informations et ce, quelle que soit leur marque ou leur implantation.

UN SERVICE NORMALISÉ DE TRANSPORT D'INFORMATIONS. Au niveau français, Transpac correspond à un réel besoin. Preuve : le nombre d'installations terminales de téléinformatique en service dans notre pays est passé de 40 000 à 54 300 l'an dernier. Et les spécialistes annoncent un taux de croissance moyen de plus de 25 % par an au cours de la prochaine décennie. Déjà 300 « abonnés » sont ou seront dans les prochains jours raccordés à Transpac, soit directement, soit par le réseau téléphonique ou télex. Parmi ces abonnés, on compte des banques, des sociétés multinationales, des administrations et services publics, mais aussi de petites entreprises, des huissiers, des notaires, etc. « Ce réseau, dit M. Norbert Segard, est la clé à l'informatique de toutes les entreprises, et en particulier des PME. Il est ouvert à tous et en tous points du territoire ».

Il importe de savoir que Transpac n'est qu'un « service public » et banalisé de transport et d'aiguillage (« commutation ») d'informations entre des postes de diffusion et de réception. Rien d'autre. Il a surtout l'avantage de permettre à n'importe quel système de la bureautique (télex, télécopieur, système de traitement de textes) ou de l'informatique (ordinateur, terminal à écran/clavier), l'accès aux informations traitées, stockées ou diffusées par n'importe quel autre système. Son architecture se compose de voies rapides de communication par câbles, reliées entre elles par des « nœuds de commutation » dont la fonction est comparable aux centraux téléphoniques.

Ces « nœuds » — qui jouent en quelque sorte le rôle de gare de triage des messages — sont, en fait, des ordinateurs spécialisés, chargés de « gérer », aiguiller et acheminer des « paquets » d'informations provenant d'expéditeurs divers et concernant des destinataires



SIRP-PTT

L'instauration de Transpac peut mettre fin au morcellement des échanges d'informations entre de multiples réseaux privés (banques, compagnies aériennes, offices de tourisme, etc.).

différents. Au nombre de 12 aujourd'hui, ces commutateurs, installés dans les principales villes de France (Paris, Lyon, Rouen, Lille, Marseille, etc.) seront 25 en 1980 et 40 à 100 d'ici 1985. Tous ceux qui le désirent peuvent déjà accéder à Transpac directement ou par l'intermédiaire du réseau commuté téléphonique ou encore du réseau télex, dans le cadre de leur abonnement à ces deux réseaux. L'accès au réseau s'opère par le raccordement (ou « connection ») du terminal (récepteur de téléphone, télex, poste à écran/clavier informatique, etc.) d'un utilisateur à un de ces commutateurs ; il est possible quelle que soit l'implantation géographique de l'utilisateur.

La première tranche de réalisation correspond à un investissement de 160 millions de francs et sa capacité est prévue pour 1 500 abonnés ou « raccordés » à Transpac. Le système devrait compter 25 000 abonnés en 1985, soit la majorité des organisations et entreprises utilisant des ordinateurs. C'est pourquoi, dans leur rapport, Simon Nora et Alain Minc concluaient : *« Bénéficiant de la capillarité du réseau téléphonique, pratiquant l'égalité devant le service public, améliorant l'équilibre entre les grandes entités et les petits et moyens utilisateurs, Transpac peut être l'outil d'une diffusion aussi démocratique que possible de l'informatique ».*

TROIS PRINCIPAUX ATOUTS. En fait, ce réseau public a trois atouts : son prix avantageux, sa rapidité de transmission et sa « haute fidélité de commutation ». Tout d'abord, Transpac est moins coûteux que les réseaux de commutation par circuits (téléphone, télex, Caducée, lignes spécialisées dans la transmission de données informatiques) précédemment mis à la disposition des utilisateurs d'ordinateurs. Des calculs de rentabilité montrent que, dans certains cas, les coûts sont divisés par 4 ou 5 par rapport aux anciennes solutions. Ce nouveau réseau tend aussi à favoriser les petits utilisateurs, et notamment ceux géographiquement isolés qui autrefois hésitaient à faire appel à la téléinformatique. La raison : sa tarification est fonction du volume d'informations transmises et non pas de la distance ; un petit utilisateur installé au fin fond des Pyrénées se trouve ainsi placé au même niveau qu'un gros utilisateur habitant Paris.

Quant à la rapidité et à la « haute fidélité » de Transpac, elles sont dues à sa technique de commutation par paquets, qui est très supérieure aux techniques de commutation dites à circuits (lignes commutées). Cette technique s'apparente à celle qui consiste, au départ d'une gare, à former des trains avec des wagons d'origines différentes et à les faire ensuite passer par une succession de centres de triage où ils sont à chaque fois « reconstitués » ; de sorte qu'un wagon venant d'un point A puisse arriver le plus vite possible à un point B. Avec Transpac, chaque message échangé entre deux correspondants est découpé en tronçons très courts (équivalant chacun à 128 caractères ou bits maximum) pour qu'il n'y ait pas de temps mort pendant leur transmission. Ces tronçons ou lots de données sont accompagnés d'informations de service permettant d'identifier leur propriétaire et leur destinataire. Les « paquets » de différents expéditeurs de messages sont acheminés sur voie rapide vers leurs destinataires par les commutateurs situés aux « nœuds » d'aiguillage. Le premier commutateur — recevant des « paquets » provenant de plusieurs expéditeurs différents mais dépendant de lui, car il est le plus proche d'eux — les mémorise le temps nécessaire à les regrouper les uns aux autres — comme les wagons d'un train — suivant leur destination ; puis il expédie ces groupes de « paquets » vers d'autres commutateurs qui défont et reconstituent d'autres trains de paquets suivant les itinéraires à emprunter pour que chacun arrive au dernier commutateur, à partir duquel il sera acheminé vers le destinataire désiré. Ce processus est quasiment instantané. Il est plus rapide, plus fidèle et moins coûteux que la transmission directe de messages entiers par réseaux à commutation de circuits qui eux, pâtissent :

— soit de lignes lentes (débits de données de 200 bits par seconde pour le télex, de 2 400 bits par seconde pour le réseau téléphonique, contre jusqu'à 48 000 bits pour Transpac), et peu fidèle dans la transmission ;

— soit de centraux peu performants et souvent encombrés — d'où perte de temps pour l'utilisateur et coût élevé des communications — qui transmettent les silences ou temps morts (dont le taux atteint parfois 99 % du temps d'une communication) entre correspondants.

UNE SOLUTION UNIVERSELLE POUR LES UTILISATEURS. N'oublions pas également que l'adoption pour Transpac de la

CII-HB

norme internationale de transmission X25 va améliorer considérablement les communications entre ordinateurs. Elle permet comme nous l'avons vu, à des matériels différents de dialoguer entre eux et de se connecter aux réseaux étrangers. Par là même, Transpac apporte une solution universelle aux utilisateurs de matériels informatiques. Il prend notamment le pas sur les réseaux dits privés (à usage professionnel ou de service) créés par les grands constructeurs et dont le développement anarchique limitait en fait les modes de communication entre utilisateurs. En quelque sorte, il offre à ces derniers les moyens d'un libre choix et l'occasion de retrouver une autonomie parfois chèrement perdue. Ceci va dans le sens de l'évolution technologique de l'informatique, qui se caractérise aujourd'hui par des

Rémy Poinot

Le poste central des expéditions à La Redoute. Il est doublé d'un réseau à vocations multiples (fichier clients, fichier stock, commandes clients...). Un réseau informatisé de commandes à l'échelon national a aussi été institué.

ordinateurs de plus en plus capables de dialoguer entre eux ; évolution qui correspond d'ailleurs à un besoin grandissant d'échanger automatiquement un volume croissant d'informations entre un nombre toujours plus important d'utilisateurs éloignés les uns des autres, parfois par des centaines de kilomètres.

Rappelons que, dans un premier temps, le transfert à un ordinateur des données à traiter et le retour des résultats s'est effectué par la poste ou par la route, lorsque notamment une entreprise voulait centraliser les traitements des données de gestion de ses agences ou usines dispersées sur l'ensemble du territoire. Ce traitement s'effectuait forcément en « différé », ce qui occasionnait certains retards préjudiciables pour les utilisateurs.

Raison pour laquelle est née l'idée du télétraitement conduisant à « l'informatique distribuée » (centralisation du traitement, mais décentralisation de la saisie des données à traiter et de l'exploitation des résultats). Ainsi, on octroyait à un utilisateur isolé la puissance de calcul qui lui était nécessaire par l'intermédiaire d'un terminal (sorte de machine ressemblant à un récepteur de télévision auquel on aurait ajouté une machine à écrire améliorée), connecté par fil à un ordinateur éloigné.

Puis sont apparus les terminaux lourds dits « intelligents » (parce qu'eux aussi dotés de « puces » de silicium qualifiées de « mémoires électroniques ») et les mini-ordinateurs pouvant communiquer entre eux et avec de gros ordinateurs par l'intermédiaire de lignes téléphoniques ou de liaisons spécialisées. Ainsi, parallèlement à « l'informatique distribuée » est née une autre fille du télétraitement, « l'informatique répartie », consistant à « répartir » la puissance de traitement informatique entre divers postes de travail ou utilisateurs directs, c'est-à-dire aux endroits géographiques nécessaires. L'utilisateur final dispose d'une puissance de traitement local, par l'intermédiaire de son terminal lourd ou de son mini-ordinateur, installé cette fois sur le lieu même où naissent les informations à traiter et exploiter. Il n'est donc plus dépendant d'un ordinateur central avec qui, en revanche, il peut dialoguer et échanger des informations.

Le télétraitement peut constituer un simple échange d'informations : envoi (par lots) de données à traiter par l'ordinateur, ou encore réception de résultats, au besoin après une interrogation formulée par le demandeur à l'ordinateur. Le télétraitement peut être aussi « conversationnel » ou « interactif », c'est-à-dire donner lieu à un véritable dialogue en temps réel entre l'utilisateur et l'ordinateur éloigné. Ce télétraitement est qualifié de « en temps partagé » quand de nombreux utilisateurs bénéficient à tour de rôle (mais sans même s'en apercevoir) de l'intégralité des ressources d'un ordinateur.

Cependant, pour que la transmission de données soit possible entre un terminal et un ordinateur ou entre plusieurs ordinateurs, il faut un modem (modulateur-démodulateur) à chaque extrémité de la ligne. Celui-ci — qualifié aussi d'*interface* par les spécialistes — est chargé de coder puis de décoder les informations pour qu'elles transitent sur une ligne ordinaire du réseau téléphonique (à 200 bauds) ou par des lignes spécialisées du genre Caducée (vitesse de transmission jusqu'à 9 600 bits par seconde). Enfin, quand les ordinateurs et terminaux sont nombreux et leurs échanges d'informations complexes, on utilise des matériels spéciaux (concentrateurs, multiplexeurs, etc.) qui gèrent, contrôlent et rationalisent leurs trafics de données.

UN CHANGEMENT PROGRESSIF.

Pour les constructeurs de matériels de bureautique ou d'informatique, Transpac était un « train » à ne pas manquer. En effet, s'offraient à eux les perspectives d'un marché national et international considérable, dans la mesure où le besoin des utilisateurs de s'échanger des informations augmente de manière exponentielle. C'est pourquoi, presque tous se sont empressés de modifier leurs matériels, de les adapter, ou encore de créer des dispositifs complémentaires (modems) afin qu'ils puissent se connecter à Transpac et ainsi communiquer entre eux. Cependant, ce qui est fait est fait. Les utilisateurs déjà équipés de réseaux ne vont pas du jour au lendemain changer de matériels ou faire appel à ces nouveaux modems (qualifiés parfois de « boîtes noires ») qui entrent pour 15 à 25 % dans le prix d'une installation terminale de téléinformatique. Ces investissements passés portent sur des millions de francs. C'est pourquoi, le remplacement se fera progressivement. Dans un premier temps, le changement sera surtout le fait de grandes entreprises ou de grandes administrations ayant un impérieux besoin de s'échanger, en « mode conversationnel » et en « temps réel », des informations indispensa-

bles à leur gestion ou à leur production (de services ou de produits).

DES SERVICES NOUVEAUX. L'avènement des réseaux publics, de la téléinformatique professionnelle et domestique, des micro-ordinateurs à usage individuel ou familial, va sans aucun doute modifier profondément les rapports entre les individus et les entreprises ainsi que provoquer des changements significatifs dans la manière de travailler. Les futurologues prophétisent l'instauration prochaine du « télé-travail à domicile » et du « bureau télématique ». Le premier est déjà expérimenté aux États-Unis. Il consiste, de la part de certaines entreprises, à installer chez certains de leurs employés (experts financiers, secrétaires) des terminaux « intelligents » ou des systèmes de traitement de textes reliés à leur système informatique central, avec lequel ils peuvent en permanence dialoguer, recevoir des instructions ou communiquer les résultats de leurs travaux.

Quant au « bureau télématique », il sera destiné aux grandes administrations et entreprises désireuses de décentraliser et de ramener à une taille « humaine » leurs centres administratifs. Il fera partie, selon ces mêmes futurologues, d'un réseau de petits « bureaux télématiques » implantés dans les quartiers résidentiels et villes-dortoirs des salariés qui y travailleront. Ces bureaux futuristes seront reliés entre eux et à un siège administratif par un « réseau télématique ». Ils permettront des communications entre salariés aussi aisées et efficaces que celles ayant lieu aujourd'hui à l'intérieur d'une seule grande tour administrative. Ils auront l'énorme avantage d'éliminer l'actuel gaspillage d'énergie dû aux navettes quotidiennes entre domicile et bureau, la fatigue et les pertes de temps des salariés contraints à ce pénible va-et-vient quotidien.

L'avenir nous promet donc une infinité de services nouveaux. Le fait de pouvoir prochainement, sans quitter le fauteuil de son salon, entrer en contact direct avec des banques de données et des centres de traitement informatiques à façon, fera de n'importe quel particulier l'égal d'un P.D.G., d'une grande entreprise ou d'un savant. En appuyant simplement sur un bouton, « Monsieur Tout-le-Monde » aura enfin accès aux informations ou à la connaissance, jusqu'ici réservées à quelques privilégiés. De gros ordinateurs, communiquant entre eux et qu'il ne verra jamais, feront pénétrer dans son foyer le monde entier.

PIERRE LINDÉ

LA MUTATION DES CENT

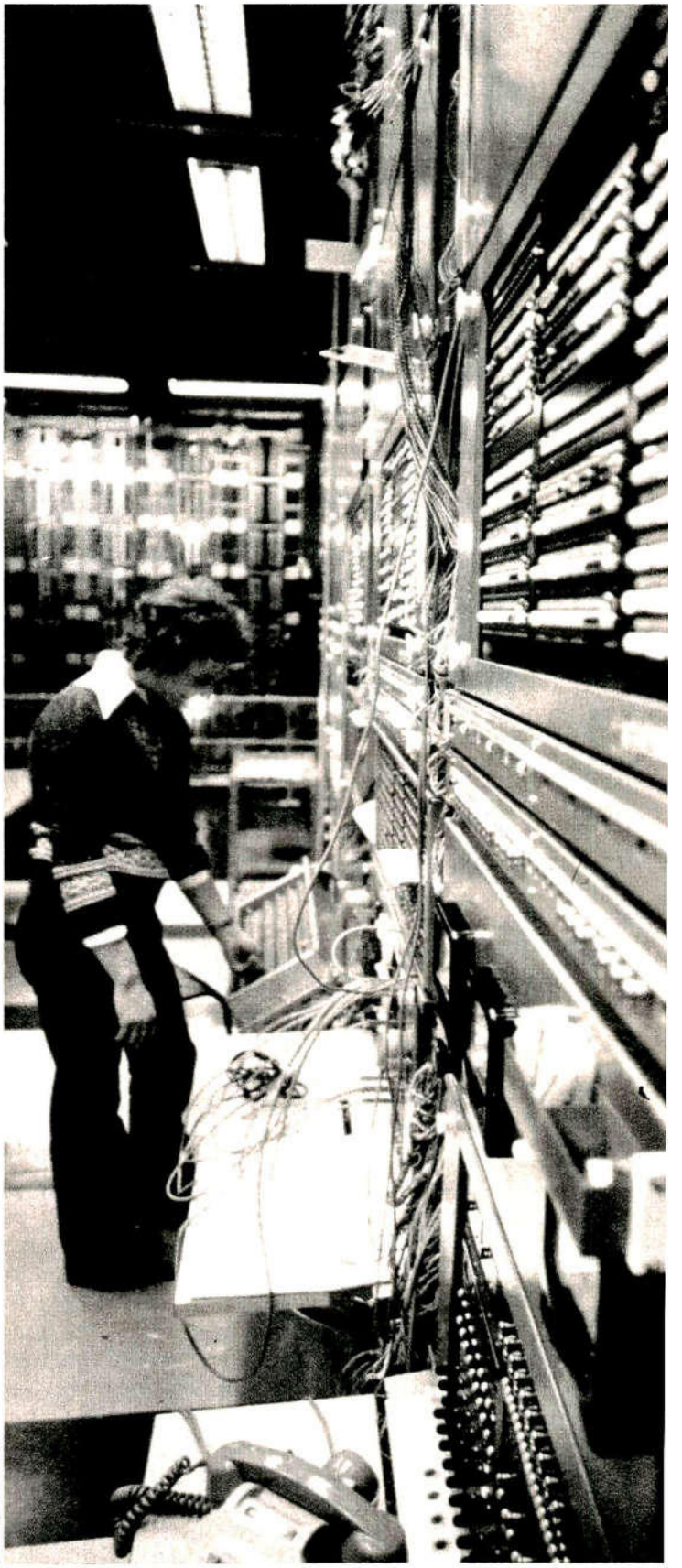
L'ensemble des nouveaux services téléphoniques résulte de l'apparition récente des centraux électroniques. Leur mise en place progressive constitue un facteur de développement pour l'industrie française. Compte tenu de la saturation à terme du marché national, celle-ci doit aussi s'ouvrir sur l'étranger où la concurrence est rude.

Les centraux téléphoniques devaient bénéficier des progrès de l'électronique ; cela s'est fait lentement, vus l'ampleur des problèmes et la lourdeur des investissements de recherche nécessaires. Le pas est aujourd'hui franchi et les centraux électro-mécaniques, dont certains ont assuré plus de 50 ans de bons et loyaux services, sont progressivement remplacés par des centraux « tout électronique ».

Tout a commencé en France par les travaux du Centre National d'Études des Télécommunications. Celui-ci, au début des années 60, s'était intéressé à la commutation électronique et avait développé divers prototypes dans ses laboratoires de Lannion. L'un d'entre eux, le système PLATON, préfigurait le développement industriel des centraux électroniques temporels.

Plusieurs caractéristiques fondamentales différencient ce type de centraux des modèles électro-mécaniques classiques (Rotary, Crossbar). La modulation sur le réseau est de type MIC (Modulation par Impulsion et Codage). Le signal électrique modulé par le microphone du combiné téléphonique est échantillonné, mesuré et codé, donnant un codage numérique de la parole sous forme binaire comme des signaux issus d'ordinateurs. La fréquence d'échantillonnage (8 000 fois par seconde) permet une excellente restitution de la parole émise. Les différentes conversations tenues sur un même réseau sont mises en série appelée « trame » et, à la réception, orientées suivant leur ordre temporel d'arrivée.

La connexion au niveau du central est entièrement électronique, grâce aux circuits imprimés, ce qui permet d'éviter la saturation. La connexion entre abonnés n'est plus réalisée par le positionnement d'organes mécaniques commandés par la numérotation du cadran, mais par un adressage électronique des échan-



Rémy Poinot

Le central des Tuileries à Paris.

RAUX TELEPHONIQUES

tillons de parole. Troisième caractéristique essentielle des centraux électroniques de type E 10, les fonctions de commutation et d'exploitation des centraux sont séparées. L'exploitation du central, c'est-à-dire toutes les tâches de taxation, de maintenance et de surveillance, sont assurées par des calculateurs universels, au Centre de Traitement des Informations. Toutes ces opérations prennent la forme de télésurveillance ; en cas de signalisation de fautes, le CTI peut déclencher une batterie de tests qui détecte l'organe électronique défectueux et affiche les résultats sur un télex.

Même après cette description sommaire, les avantages des nouveaux centraux téléphoniques électroniques apparaissent évidents. La numérisation des messages permet d'éviter les coûts de conversion analogique/numérique et de disposer, en conséquence, d'un réseau intégré capable de véhiculer de la même manière la parole, les données informatiques, les facsimilés. Les centraux électroniques assurent également une réduction de la main-d'œuvre et de la place prise par des dispositifs compacts et centralisés grâce à l'emploi des centres satellites.

La baisse constante du prix des composants électroniques et les progrès dans ce domaine sont la meilleure garantie du développement des centraux téléphoniques électroniques dont la seconde génération (vers 1985) assurera le remplacement progressif des centraux classiques et la couverture des besoins présents et futurs.

Le téléphone s'intègrera ainsi dans la nébuleuse des nouveaux services de communication en permettant aux abonnés de bénéficier d'une multitude de possibilités ; sur le plan strictement téléphonique, les centraux électroniques permettent d'offrir la numérotation par clavier, la numérotation abrégée, la possibilité de conférence entre plusieurs abonnés, le rappel automatique d'un abonné occupé, le transfert d'un poste à un autre.

VERS DE NOUVEAUX MARCHÉS. La plupart des multinationales du téléphone se sont donc lancées dans le central électronique où la France, en particulier grâce à CIT-Alcatel et à Thomson-CSF, figure parmi les pays en pointe. La concurrence sera sévère pour fournir les formidables marchés que représentent les pays en voie de développement. Il faudra accroître les recherches pour que les liaisons numériques soient totalement compétitives avec la transmission analogique propre aux installations anciennes.

Mutations technologiques et restructurations industrielles modifient donc l'avenir des équipements téléphoniques. En France, l'équipement est déjà intense, ce qui a conduit le Ministère des PTT à réduire le pourcentage d'augmentation annuelle de ses commandes. Ceci pourrait mettre les fabricants français en difficulté. Ainsi, ces derniers, qui emploient 90 000 personnes, envisagent la suppression de 15 000 emplois d'ici 1981. Il faut aussi, il est vrai, beaucoup moins de personnel pour construire un central tout électronique que pour construire un central traditionnel. Restent donc pour les industriels français les grands marchés internationaux sur lesquels, M. Norbert Segard, ministre des PTT, a souhaité que 30 % de la production nationale soit exportée. Un objectif qui semble malgré tout difficile à atteindre.

Quand l'Arabie Saoudite a fait un appel d'offre pour un contrat de 15 milliards de francs correspondant à l'installation de 450 000 lignes, ITT, ATT et un consortium Philips - Ericsson - Bell (Canada) étaient en lice, mais de Français, point. Il faut dire que ce contrat était trop important pour notre industrie nationale et que, d'autre part, les industriels français ne sont pas, à l'inverse de leurs concurrents américains, exploitants de réseaux téléphoniques. Cette expérience, seuls les techniciens et ingénieurs des télécommunications la détienne et désormais, ils participent à la préparation des négociations internationales. L'enjeu est de taille puisque le marché du téléphone (25 milliards de dollars en 1975) devrait atteindre 60 milliards de dollars en 1985 avec l'équipement de tous les pays en voie de développement disposant de ressources notables (1).

C'est la grande chance de notre industrie nationale, les reconversions dans les activités annexes (péritéléphonie, centraux d'entreprise, télématique) ne semblant pas pour l'heure devoir compenser la régression à terme des commandes de centraux téléphoniques due à la saturation prochaine d'un marché national relativement étroit.

J.P.I.

(1) Signalons tout de même que le marché mondial est constitué à 50 % par le marché américain et en conséquence couvert par les firmes américaines, le reste étant d'ailleurs, pour une part, formé de marchés réservés. Ce qui réduit d'autant la part accessible sur le marché mondial.

LES NOUVEAUX SERV

Longtemps dévolu à l'unique fonction d'assurer la communication vocale à distance entre deux interlocuteurs, le téléphone est aujourd'hui à l'orée d'une véritable révolution. Encore peu perçue du grand public, celle-ci consiste en une diversification extrême de son usage, de telle sorte qu'il puisse satisfaire à des besoins croissants et spécifiques de certaines catégories de la population.

Régis Bossu-Sygma

CES TÉLÉPHONIQUES

● A l'origine de cette évolution, en France : deux dates à retenir. Celle, en 1975, de la décision de création du réseau public de télé-informatique Transpac et de l'introduction de la commutation électronique dans le réseau téléphonique national. Celle, en novembre 1978, de la détermination des actions à court et moyen terme à entreprendre par la Direction générale des télécommunications. Quatre objectifs généraux avaient alors été définis :

— Répondre pleinement à tous les besoins des Français et de leur économie.

— Veiller à ce que le développement de la télématique française et mondiale conduise

Le réseau téléphonique grand public s'est énormément étoffé en quelques années. Et des services d'un genre tout nouveau sont apparus, destinés à des catégories sociales particulières (télé-alarme pour les personnes âgées...).

Cl. Roisse

véritablement à un développement de la communication.

— Développer les recettes de l'« entreprise » Télécommunications et accroître la rentabilité de ses investissements afin de lui permettre de faire face notamment à ses obligations de service public.

— Préparer l'avenir de l'industrie française et aider au développement de sa capacité exportatrice. (1)

Ces objectifs, caractérisés par un double souci de service public et de rentabilité « tous azimuths », se concrétisent au travers d'un programme d'action étendu pour l'heure jusqu'en 1983, mais d'ores et déjà bien engagé (2). Un certain nombre de ces nouveaux services ont en effet vu le jour dès la fin de l'année dernière et tout au long de celle-ci.

Ils peuvent se grouper sous quatre rubriques :

— les services grand public,
— la télécopie,
— la téléconférence,
— les services liés au réseau Transpac.

LES SERVICES GRAND PUBLIC. On peut, pour clarifier, distinguer deux catégories. La première rassemble les services destinés à mieux assurer la sécurité de certaines parties de la population et à rompre l'isolement social. La seconde comprend tous les services nouveaux offerts aux abonnés dans leur ensemble (ou, du moins, appelés à l'être).

Dans la première catégorie, trois actions sont à évoquer : la télé-alarme pour les personnes âgées, le système d'alerte derrière les barrages, la téléconvivialité.

La première tranche d'expérimentation du système de télé-alarme pour les personnes âgées remonte à janvier 1979. Elle s'est faite dans les départements du Val-d'Oise, du Morbihan et du Bas-Rhin. Moyennant une redevance annuelle de 20 F, les abonnés concernés peuvent maintenant alerter directement un centre de surveillance grâce à un système qui en compose automatiquement le numéro sur leur combiné téléphonique. Dans le cadre de ce programme, diverses améliorations techniques sont en cours d'étude. Celles-ci devraient déboucher sur de nouveaux systèmes, opérationnels vers novembre 80, date prévue pour l'extension progressive du service à tout le territoire.

La télé-alarme pour les personnes âgées s'intègre dans un ensemble de dispositions plus générales, prises en 1977, quant à l'équipement téléphonique de cette catégorie de la population. Celui-ci comprend en particulier l'exonération de la taxe de raccordement et l'institution d'un ordre prioritaire pour les demandes d'équipement.

Autre action relative à la sécurité des personnes : le système d'alerte derrière les barrages inauguré en mars 1979. Le principe consiste dans la mise en place de capteurs en aval des grands barrages capables, par liaison téléphonique avec des sirènes, d'alerter toutes les populations environnantes dès les premiers

(1) Extrait de la revue T n° d'avril 1979, sous la plume de M. Hervé Nora.

(2) Signalons que certains aspects de ce programme avaient été engagés avant 1978.

Chassaing-Cuvillier-Atlas-photo

signes de rupture de l'ouvrage. Durant le premier semestre de cette année, onze barrages ont été ainsi équipés, quinze autres devant l'être au cours du second semestre, et la totalité des ouvrages français d'ici 1981. Sans annuler les risques de catastrophes, il apparaît que l'adoption de ce système les divise par dix. Les statistiques mondiales évaluent, par ailleurs, à trois ou quatre le nombre de ruptures annuelles sur un total de dix mille grands barrages installés.

Côté isolement social, on trouve l'expérience de téléconvivialité poursuivie depuis décembre 1978 dans le département de la Lozère. Ce service, destiné à rompre l'isolement, permet simultanément à dix personnes d'entrer en conversation sur un numéro banalisé avec une taxation de 47 centimes par cinq minutes. Une autre installation a depuis été mise en place à Montpellier. Pour l'heure limitées, ces expériences seront sans doute appelées à se généraliser au vu des résultats très encourageants enregistrés.

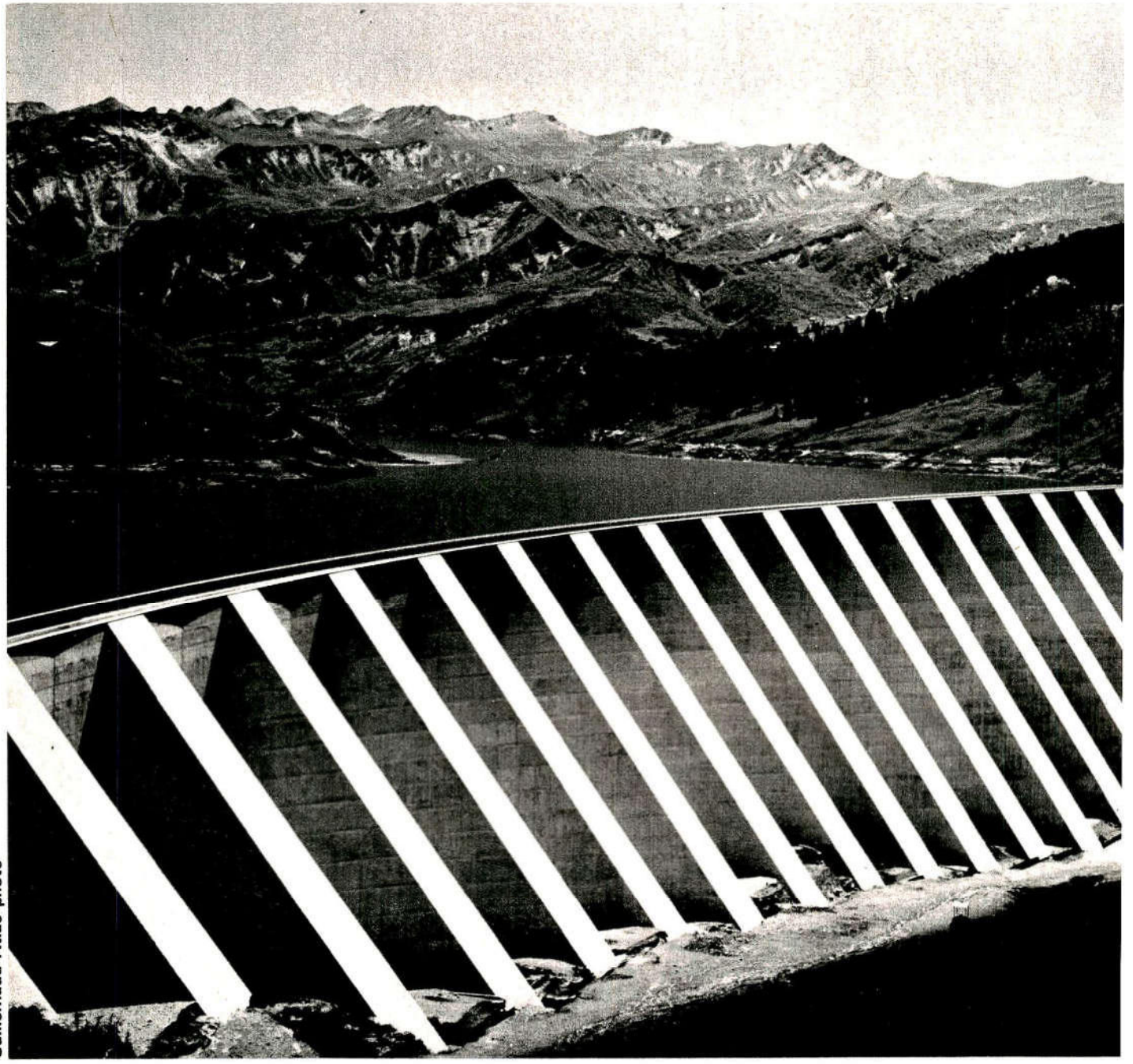
La seconde catégorie de services « grand public » recouvre un ensemble diversifié d'actions ayant en commun de permettre aux abonnés d'obtenir des informations spécialisées sur demande.

Premier exemple : le réveil automatique mis en place à titre expérimental à Paris et en fonctionnement depuis février 1979. En appelant le 463.71.11, l'abonné est mis en liaison avec un mini-ordinateur doté d'un système de synthèse vocale. Ce dernier l'invite à compo-

Quelque vingt-cinq grands barrages devraient, sur le territoire français, être équipés d'ici la fin de l'année de capteurs déclenchant un système d'alarme par voie téléphonique en cas de risque (fort rare heureusement) de rupture.

ser sur son cadran dans un premier temps son numéro d'appel, puis, dans un second, l'heure à laquelle il souhaite être réveillé. A l'heure fixée, et avec une tolérance de cinq minutes en plus ou en moins, l'abonné est appelé automatiquement à partir du système central implanté au centre de Paris Interurbain Archives. Il est alors mis en relation avec l'horloge parlante. En cas de non réponse, l'appel est renouvelé dix minutes plus tard. Ce système peut gérer 10 000 réveils quotidiens et permet de réveiller simultanément 90 personnes. Signalons que le service du réveil des P et T reçoit 2 500 000 appels par an dont la moitié en région parisienne. Compte tenu du caractère là aussi limité de l'expérience, les appels sont encore largement effectués par des opératrices.

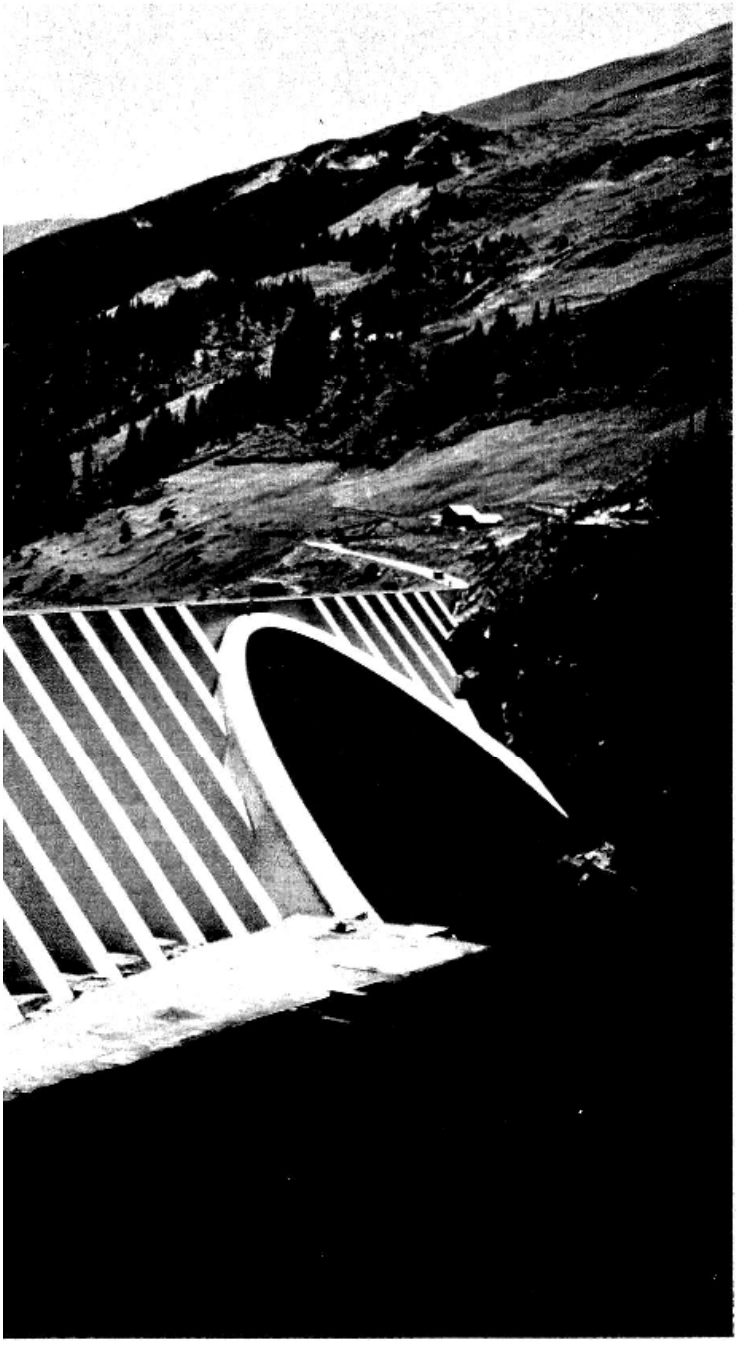
Second exemple dans cette catégorie, la mise en place à Paris prévue pour septembre 1980 d'un service spécialisé pour les renseignements concernant les dénumérotations et les transferts à partir d'un numéro unique d'appel. Ce service correspond à une nécessité, à l'heure où un certain nombre de centraux



Guillemaud-Atlas-photo

anciens sont progressivement déchargés d'une partie du trafic ou remplacés par des centraux nouveaux. L'information sur les dénumérotations est pour l'instant assurée par des répondeurs. Système peu pratique, puisqu'il oblige à disposer d'un appareil par numéro, et qui sera à partir de l'automne prochain remplacé par un mini-ordinateur.

L'EXPÉRIENCE DE VELIZY. C'est avec l'expérience de télématique destinée à démarrer en octobre 1980 dans la région de Vélizy, en banlieue parisienne, que les nouveaux usages grand public du téléphone vont trouver leur forme la plus complète. Cette expérience est abordée aussi (et comment pouvait-il en être autrement ?) dans l'article « Nouvelle télévision » en p. 64.



L'importance de cette expérience tient à la fois au fait qu'elle se situe à l'avant-garde des réalisations internationales et qu'elle aura valeur de test pour l'avenir : des résultats dépendra en effet son extension ultérieure. Test d'une part, en ce qui concerne la capacité des équipes spécialisées d'ingénieurs et de techniciens (assistées par le personnel des télécommunications du secteur) de la développer dans les meilleures conditions possibles. Test d'autre part, en ce qui concerne la participation des usagers et leurs besoins.

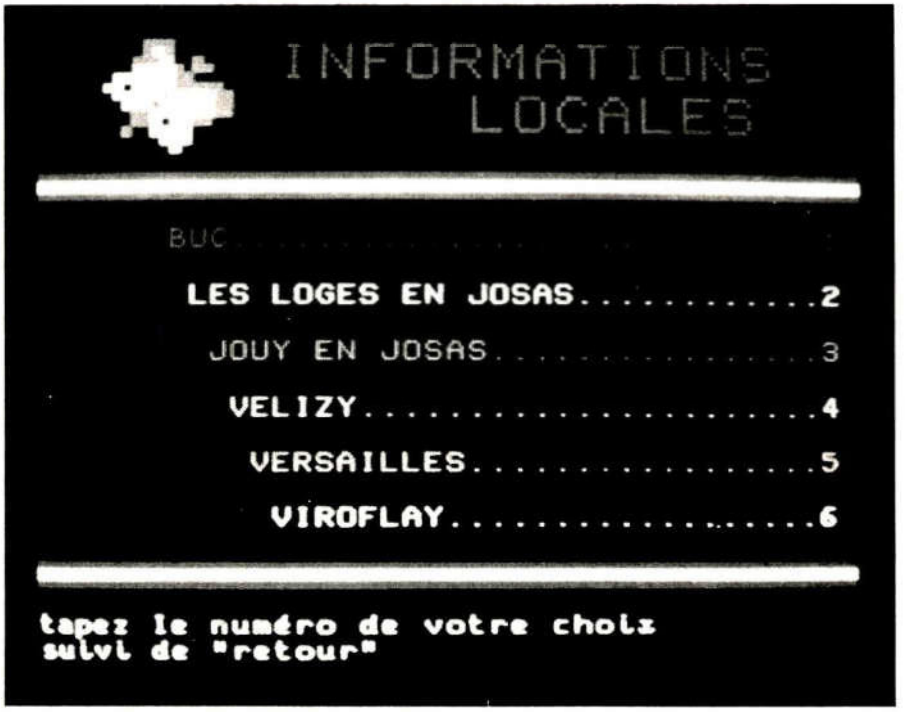
Techniquement, ce service — baptisé Télétel — et assuré conjointement par la DGT et TDF, consistera dans l'installation chez 3 000 abonnés (particuliers et PME), d'un terminal — un écran spécialement conçu ou un poste de télévision couleur modifié — équipé d'un clavier alphanumérique. A sa demande, l'abonné pourra, grâce à ce système, faire apparaître des pages d'informations sur l'écran.

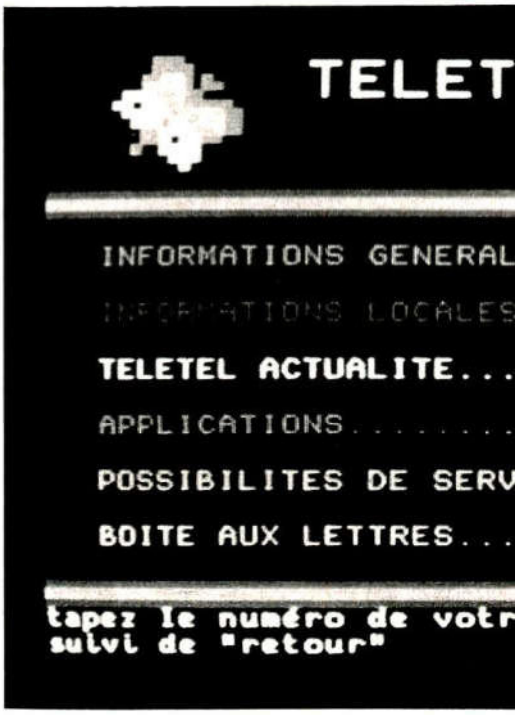
La transmission de ces pages pourra se faire soit par le réseau téléphonique, soit par le réseau de télévision. Dans un cas ou dans l'autre, les possibilités ne seront toutefois pas les mêmes. Lorsqu'il sera fait appel au réseau de télévision, la communication se fera d'une manière unidirectionnelle. En clair, l'abonné recevra les pages d'informations, après les avoir demandées grâce au sélecteur de son téléviseur, mais il n'aura pas de possibilités de dialogue. De plus, le nombre de pages visualisables sera limité, ainsi que le nombre de « sujets » consultables.

A l'inverse, à partir du réseau téléphonique, la transmission pourra s'effectuer de manière bidirectionnelle : il existera des possibilités de dialogue. Remarquons que même si les débits sont inégaux d'un sens à l'autre, 1 200 bits/s dans le sens serveur-utilisateur (1), 75 bits/s en sens inverse, la possibilité d'un dialogue étend néanmoins considérablement la notion de service. Sur le plan quantitatif, le nombre d'informations accessibles via le réseau téléphonique sera beaucoup plus grand. Sur le plan qualitatif, des précisions supplémentaires concernant une information pourront être de-

(1) Serveur : ordinateur qui gère une ou plusieurs banques de données.

Comment réagiront les trois mille « cobayes » de la banlieue Sud de Paris (Vélizy) à l'introduction du système Télétel ? En bas de page, l'« annuaire téléphonique » qui sera prochainement mis en service à titre expérimental dans un département breton. Il présentera, entre autres avantages, celui d'une mise à jour quotidienne.





mandées par l'utilisateur au moyen du clavier alphanumérique.

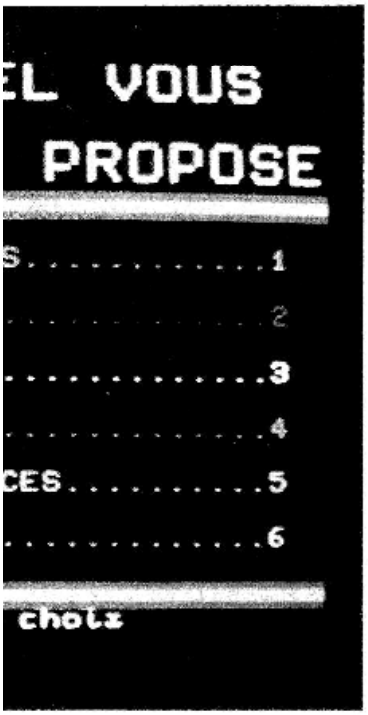
Dans la pratique, l'abonné composera sur son combiné téléphonique le numéro du service Télétel, ce qui lui permettra d'être connecté au réseau. Après avoir raccroché, il verra apparaître sur son écran un message de bienvenue ainsi qu'une demande d'identification. Il aura alors à décliner son identité au moyen de son clavier alphanumérique puis, dans un deuxième temps, à sélectionner l'information qu'il souhaite obtenir.

Le nombre de « sujets » accessible pourra, selon les demandes des utilisateurs, être très étendu, Télétel permettant par exemple de consulter à domicile n'importe quelle banque de données (1). Pour les 3 000 Véliziens concernés, ce sera d'abord la possibilité de consulter les horaires de la SNCF ou des compagnies aériennes avec, ultérieurement, celle de réserver des places ; la possibilité de consulter des catalogues de vente par correspondance ou une documentation administrative précise et constamment remise à jour ; ou encore les horaires de cinéma et de théâtre ; ou l'annuaire téléphonique visualisé sur l'écran à la page où se trouve le nom du correspondant recherché. En dehors de ces informations pratiques, Télétel permettra aussi de faire des jeux seul ou en groupe et de suivre

(1) *Dans les limites où elles seront accessibles au public.*

SCORE

SIRP-PTT



des cours de formation ou de recyclage à n'importe quel moment. Et ce n'est pas tout, bien d'autres services pouvant être développés autour de Télétel, dès lors que ce système mettra potentiellement à la disposition du public la puissance d'information, de calcul et de décision des gros ordinateurs (1).

L'extension de l'expérience dépendra donc avant tout de facteurs sociologiques : aucune limitation théorique aux possibilités d'information n'existant, Télétel ne sera en pratique que ce que les utilisateurs voudront qu'il soit.

Le Vidéotex, qu'on vient sans le nommer de la sorte, de voir à travers son appellation officielle française de Télétel, aura à partir de 1981 une autre application. Laquelle rentre encore dans la catégorie des services permettant d'offrir aux abonnés des informations spécifiques. Il s'agira de la première expérimentation, dans l'Ile-et-Vilaine, du futur annuaire électronique, dont le début de mise en exploitation sur le plan national est prévu pour 1983. Techniquement, l'expérience consistera dans l'installation chez les abonnés d'un terminal de vidéotex spécial. Celui-ci est à l'heure actuelle en cours de développement. Sa fabrication en grande série devra aboutir à un prix de revient très bas. L'annuaire électronique constituera par rapport aux annuaires écrits une amélioration considérable. Alors qu'on estime à 30 % par an la quantité d'information caduque dans les premiers, l'annuaire électronique pourra être mis à jour quotidiennement.

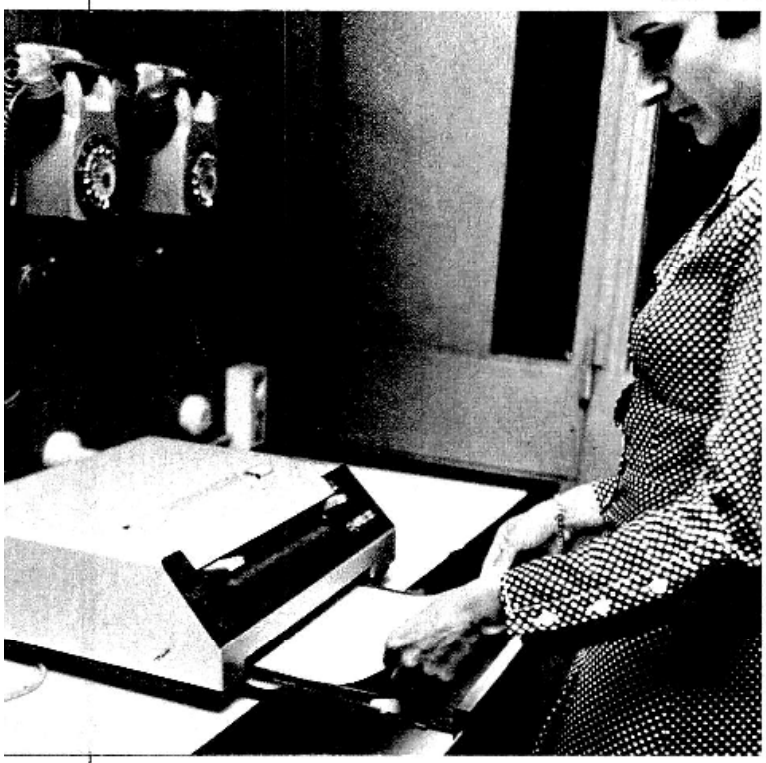
On terminera cette revue des services grand public par deux autres actions prévues dans les mois qui viennent : pour la fin de l'année, le début de généralisation du poste à clavier sur l'ensemble du territoire national ; pour le début 1980, l'ouverture progressive du service de facturation détaillée, laquelle se fera à titre onéreux.

LA TÉLÉCOPIE. La télécopie, une technique nouvelle qui permet de transmettre à distance des textes et des dessins, est restée jusqu'à présent fort méconnue. Il faut dire que, jusqu'à la décision récente du CCITT (1) de normaliser les matériels en vente sur le marché, celle-ci souffrait d'un grave problème d'incompatibilité : en effet, cette technique pour fonctionner suppose que l'émetteur et le récepteur, à défaut d'être du même modèle ou de la même marque, soit au moins compatibles. Conditions qui, en l'absence de normes, étaient rarement remplies par les constructeurs. Dans son principe, le télécopieur est une machine capable de « lire » un document, en repérant les emplacements noirs et blancs, lesquels sont transformés en signaux électriques

(1) Des liaisons avec le réseau Transpac sont notamment prévisibles.

(1) CCITT : Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique.

SIRP-PTT



grâce à un système photoélectrique.

Les informations ainsi obtenues par l'émetteur sont acheminées par une ligne téléphonique vers un récepteur qui les retranscrit sur papier, reproduisant ainsi le document original. La vitesse de transmission est de quelques minutes et la durée indépendante de la distance. La transmission peut se faire en mode analogique comme en téléphonie classique, ou en mode numérique, cette dernière technologie (utilisée en téléphonie électronique) devant à terme s'imposer dès qu'elle sera devenue plus rentable.

La prise en compte de ces deux types de transmissions, associées à d'autres caractéristiques, a abouti à classer le matériel en trois groupes. Le premier comprend des appareils, de l'ordre de 10 000 F capable de transmettre en analogique un document A 4 (21 × 29,7 cm) en 6 minutes. Le second comprend des télécopieurs, dans des gammes de prix de 15 000 à 25 000 F, dont la durée de transmission (là aussi en analogique, mais à large bande) du même document est de 3 minutes. Le dernier rassemble les machines à transmission numérique dont les performances sont nettement supérieures : durée de transmission d'un document A 4 : 30 secondes (ou moins, des temps encore plus rapides pouvant être envisagés), mais de prix élevés : 50 000 F en moyenne. En l'état actuel du marché, la quasi-totalité des télécopieurs en service en France (5 000 à 6 000 appareils) appartiennent à peu près tous au premier groupe. Il semble pourtant presque certain que les appareils de ce type seront abandonnés, ceux du deuxième groupe présentant des performances plus intéressantes pour des prix légèrement plus élevés. Compte tenu des avantages de cette technique, en particulier le faible coût de la transmission, les experts estiment que le parc français augmentera de 20 000 machines nouvelles au cours des trois ou quatre prochaines années.

L'intervention de la Direction générale des télécommunications dans le domaine de la télécopie s'est manifestée pour l'heure principalement dans deux actions.

La première remonte à novembre 1978 avec d'une part, la « présentation » par M. Norbert Segard, secrétaire d'État aux P et T, du premier télécopieur français correspondant aux normes internationales du groupe 2 : le SECRE 360 ; avec d'autre part, l'inauguration du « téléfax », soit l'installation à partir de ce matériel d'un service de télécopie publique appelé à remplacer à terme le « citefax », premier service en ce domaine mis en place par les P et T en 1975.

La seconde a consisté dans le lancement auprès des industriels d'un appel d'offre pour l'étude d'un télécopieur grande diffusion destiné aux particuliers. Cette machine qui permettra de transmettre en numérique une page A 4 en deux minutes via le réseau téléphonique devra coûter moins de 2 000 F à la production. Quatre groupes industriels ont été retenus pour développer le projet : CIT-Alcatel, Sagem, Matra et Thomson-CSF ; auxquels s'ajoutent l'association CNET-Crouzet. Les premières maquettes de télécopieurs ont été présentées en avril dernier. A la suite, on a pu procéder à un choix de matériels pour le lan-

Plusieurs télécopieurs destinés à une diffusion large, pour transmission « numérique » à travers le réseau téléphonique, avaient répondu à un appel d'offres de la Direction générale des télécommunications. En page de droite, le prototype SECRE 360, à transmission analogique à large bande.

cement de pré-séries, le début de la commercialisation étant prévu pour juin 1981. Ce télécopieur pourra être connecté au terminal Télétel, formant ainsi un terminal de télématique domestique complet.

Remarquons que, dans le cadre des entreprises, la télécopie s'intègre dans une configuration plus vaste sur le plan fonctionnel, qui recouvre l'ensemble des machines de traitement et de transmission de textes. A la télécopie, en effet, s'ajoutent l'archivage automatique, le télésecrétariat et d'une façon générale toutes les liaisons avec les systèmes informatiques. Dans ce contexte, la télécopie apparaît comme l'un des éléments essentiels de la bureautique, autrement dit de l'automatisation future des tâches de bureau.

CNET

LA TÉLÉCONFERENCE. Comme son nom l'indique, la téléconférence est une technique qui, par l'intermédiaire d'un réseau de télécommunications, permet de tenir des conférences à distance. Deux procédures existent, selon que, seules, les voix sont transmises (audioconférence) ou que s'y ajoute l'image (visioconférence).

Le premier service de téléconférence (en audio) a été inauguré par l'administration des P et T en 1976 entre Paris et Rennes. Il a depuis, été étendu aux principales grandes villes. L'organisation d'une téléconférence passe par la location de studios (d'émission et de réception) dotés d'équipements spécifiques : micros et haut-parleurs actifs en permanence, système de signalisation optique permettant de reconnaître chacun des locuteurs, éventuellement équipements complémentaires (télécopieur, projecteur de microfiches, console d'accès téléphonique, et, depuis 1978, appareil de téléécriture). Plusieurs studios, jusqu'à six, sont interconnectables simultanément, constituant ainsi la multiconférence.

Ces studios peuvent être soit privés, soit publics. Le premier cas est fréquent dans les grandes entreprises, administrations, collectivités locales, etc., où les besoins en « briefings » fréquents, voire même immédiats, sont importants. Les studios sont alors installés à l'intérieur des locaux des utilisateurs. Dans le second cas, les studios disponibles, appelés « télécentres », se situent dans les locaux des P et T. Ils sont accessibles par vacation horaire au public (associations ou entreprises dont les besoins en communications de ce type sont plus réduits). Le nombre de télécentres publics en fonction à l'heure actuelle sur le territoire français est déjà supérieur à 25. Il doit être multiplié par deux d'ici la fin de l'année. Ces télécentres sont reliés entre eux par le réseau Caducée, qui fut le premier réseau national de transmission de données informatiques. Son utilisation garantit aux téléconférences un niveau de secret identique à celui du téléphone.

Les liaisons avec des télécentres étrangers se développent par ailleurs. « Intelcentre » — le groupement d'intérêts économiques créé au sein des P et T pour installer et exploiter le réseau de téléconférences, a ainsi, en novembre 1976, inauguré une liaison entre la France et le Maroc. Deux studios ont été équipés, l'un à Rabat, l'autre à Casablanca. On trouve d'autres liaisons, établies avec notamment Bruxelles, Genève, New York et Abidjan.

En ce qui concerne la visioconférence, les perspectives sont plus futuristes. Des studios ont, à titre expérimental, été ouverts à la fin de l'année dernière à Rennes, Nantes et Paris.

A l'heure où les prix des transports aériens sont appelés à croître sous l'effet de la hausse du pétrole, l'avenir de la téléconférence apparaît plein de promesses. Une étude canadienne a ainsi montré que cette technique pourrait entraîner à terme, dans le domaine des transports, une économie de carburant évaluée à 20 % (1). Le prix du service est d'ailleurs tout à fait compétitif : de quelque 250 F l'heure pour la location d'un télécentre public jusqu'à 2 500 F pour la location mensuelle et l'entretien des installations d'un studio privé (2).

(1) *En volume, non en prix.*

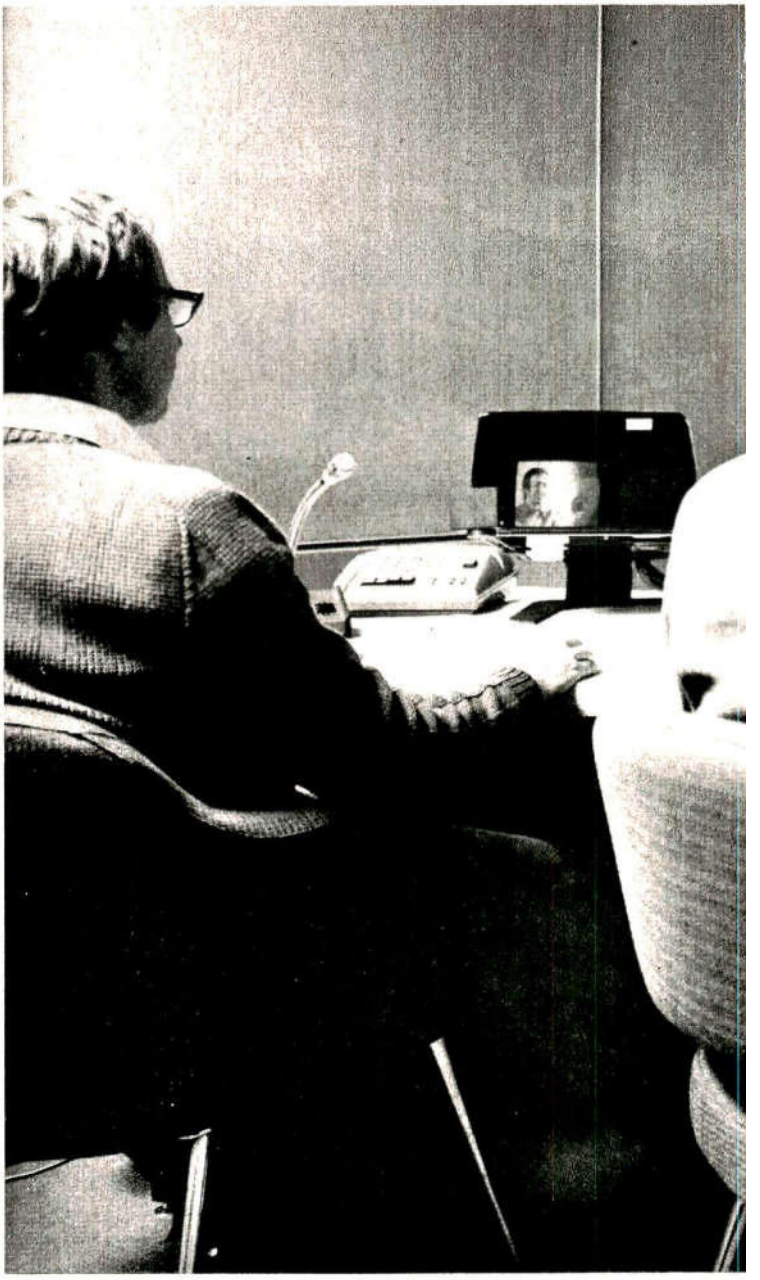
(2) *Chiffres de mars 1978.*

LES SERVICES LIÉS AU RÉSEAU TRANSPAC. La présentation du réseau Transpac étant détaillée dans l'article en p. 42, nous n'en décrirons pas le fonctionnement.

Rappelons simplement que, mis en service en décembre 1978, Transpac apparaît comme l'un des maillons essentiels du développement de la télématique française, et se trouve pour cette raison au fondement d'une quantité très importante de nouveaux services. Clé de voûte de la télématique nationale, Transpac a aussi servi de modèle au réseau européen de transmission de données Euronet : notamment en ce qui concerne le choix technologique de la commutation par paquets. De ce fait, la liaison entre les réseaux, prévue pour les premières semaines de l'automne, sera rendue particulièrement aisée et constituera l'un des premiers services associés à Transpac : l'accès immédiat à partir du territoire français à l'ensemble des bases et banques de données européennes.

Transpac va par ailleurs d'ici à 1981, entraîner le développement de trois services professionnels importants : le Service de téléinformatique touristique (STT), le Centre de commutation de messages bancaires (CCMB), le service de téléprocédures commerciales désigné par le terme de Simplexcom.

Le premier d'entre eux, le STT, a été inauguré en juin dernier ; il permettra aux agences de voyages, à partir d'un terminal standard, d'avoir accès aux systèmes informatisés de réservation de places utilisés par les grands transporteurs nationaux : Air France, UTA, Air-Inter, SNCF, etc. Le STT n'étant pas en lui-même un système de réservation, il n'assure que des fonctions de dialogue avec les systèmes déjà cités (auxquels il faut ajouter celui du club Méditerranée). D'autres sociétés du secteur touristique (location-voiture, chaînes hôtelières) ayant également à détenir des capacités de réservation pourront être dans un avenir prochain raccordées. Systématisation supposant néanmoins que tous les systèmes utilisent un langage commun, ce qui est en cours d'étude. Ceci fait, les domaines cou-



Bien qu'on parle d'elle depuis longtemps, la visioconférence suite à l'augmentation des tarifs aériens. Des estimations

EUROSIGNAL, LE PLUS ANCIEN DES NOUVEAUX SERVICES TÉLÉPHONIQUES

Inauguré dans sa première tranche en décembre 1975, le service Eurosignal permet d'atteindre par le réseau téléphonique toute personne en déplacement. L'appel transite par un central qui le prend en charge et le module sur des émetteurs spécialisés. Il est, à partir de là, diffusé jusqu'à un récepteur portatif individuel.

Ce récepteur émet un signal optique ou sonore dont la signification a été préalablement convenue entre l'appelant et l'appelé. Ce dernier est ainsi informé qu'il a à entrer en contact avec son correspondant.

A chaque récepteur, plusieurs numéros peuvent être affectés, chacun signifiant l'obligation d'un appel en retour déterminé.

Développé d'abord dans la zone Nord, ce service a été successivement étendu à l'Est, au Centre puis au Sud, la couverture en totalité du territoire français devant s'achever au début de l'an prochain par l'équipement de la Bretagne.

CNET

reste encore largement du domaine du futur. Pourrait venir l'épauler la nécessaire diminution des transports « d'affaires », chiffrées des économies ainsi réalisables ont même été avancées.

verts par le STT pourront être encore plus largement diversifiés.

Deuxième service : le CCMB devant entrer en fonction à la fin de l'année 80. Le Centre de commutation de messages bancaires est lié aux besoins croissants des banques d'échanger des messages à caractère d'urgence plus ou moins accentué. Pour ce faire, un réseau interbancaire européen existe déjà, le réseau SWIFT. Il apparaissait néanmoins anormal que les messages entre deux banques françaises aient à transiter via Bruxelles et Amsterdam. Un trafic dont les redevances échappaient par ailleurs à l'administration française. C'est là l'origine du CCMB, qui garantit, via Transpac, la liaison entre les grandes banques nationales, tout en étant connecté à SWIFT.

Dernier service : Simplexcom. Défini conjointement par le Ministère de l'économie, le Ministère de l'industrie et la Direction générale des télécommunications, il s'agira d'un système de transmission de textes à distance destiné à accélérer les procédures administratives dans le secteur de l'import-export. Sa mise en œuvre expérimentale est prévue pour le courant 1981.

Sous-jacents à presque tous les services que nous venons d'évoquer, figurent des ordinateurs qui stockent, traitent les informations et en règlent tant l'accès que la transmission. Ces derniers, situés aux nœuds de réseaux de télécommunications dont les capacités et les vitesses de transmission ont été décuplées par les nouvelles technologies, sont à la base de la télématique.

JEAN PELLANDINI ET JEAN-PIERRE ICIKOVICS

LA NOUVELLE TÉ

Le Videotex Antiope est un des produits les plus avancés de la télématique française. Exploité par Télédiffusion de France.

La télévision de demain, c'est tout un ensemble de techniques et de procédures dont beaucoup existent déjà, ne fut-ce qu'à titre expérimental : magnétoscopes ou vidéodisques conférant une souplesse d'emploi beaucoup plus grande au téléviseur ; systèmes dits Videotex (Antiope, Prestel...) donnant accès à des données pratiques ; réseaux de télédistribution évoluant vers des systèmes « participatifs », etc.

LÉVISION

photo TDF

Il n est encore qu'expérimental.

Nous sommes en 1985. Il est 10 heures du matin. Madame X... prend son téléphone, compose un numéro et, sur le téléviseur, apparaissent les cours de diverses denrées. A l'aide d'une console annexée au téléviseur, elle passera commande de quelques produits de base, se réservant le soin de choisir elle-même, au marché, sa viande, ses légumes et ses fruits. Auparavant, elle aura peut-être interrogé la banque de données spécialisée dans les recettes de cuisine et lu sur l'écran comment réaliser son soufflé ou sa terrine. Avant de sortir, un coup d'œil sur la chaîne locale par câbles, qui permet aux habitants de la ville de dialoguer ou de passer des petites annonces...

Un peu plus tard, le fils de Madame X... s'installe devant le récepteur pour suivre son cours d'anglais. Il est abonné à un réseau spécialisé de télédistribution, et il peut même, à certaines heures, dialoguer avec son professeur par l'intermédiaire du petit écran.

Dans l'après-midi, Madame X... se rappelle qu'elle doit réserver une place de train pour sa fille. Coup de téléphone aux renseignements de la SNCF, et les horaires désirés apparaissent sur l'écran. Elle commande le billet et fait la réservation. La facture en sera directement débitée sur son compte bancaire, qu'elle fera éventuellement apparaître sur l'écran.

Dans la soirée, Monsieur X... rentre de son travail alors que sa fille regarde, sur la dixième chaîne, son feuilleton favori. Il appelle le système Antiope pour avoir les dernières nouvelles en surimpression sur le petit écran. Plus tard, après avoir joué au scrabble télévisé avec ses deux enfants, M. X... évoque le programme de la soirée. Après une discussion animée, l'unanimité se fait sur un bon vieux western sur vidéodisque. Pendant le film, le magnétoscope familial enregistrera une émission sur l'Amazonie, diffusée en même temps.

En 1979, malgré le rôle très important qu'il joue dans beaucoup de foyers, le téléviseur est encore loin d'être aussi fortement intégré à la vie quotidienne et domestique. Dans un pays comme la France, malgré le noir et blanc, la couleur et les trois chaînes, la TV est sous-employée. Mais déjà des évolutions remarquables, du point de vue de la technologie et des modes d'utilisation, se font jour. Des expériences se développent. Le futur est à notre porte, quand il n'a pas déjà fait irruption.

Bien sûr, le petit écran conservera ses missions de distraction et d'information. Ceci avec une plus grande souplesse et une bien meilleure adaptation aux goûts ou aux besoins de son utilisateur. Mais la TV pourra avoir aussi un rôle éducatif décisif, et assurer, d'autre part, une foule de services entièrement nouveaux. Le récepteur sera une des pièces du réseau de télématique domestique, facilitant

Le système anglais Prestel permet, depuis mars 1979, aux abonnés d'obtenir, grâce à un sélecteur spécial...

l'ouverture vers l'extérieur. L'homme ne sera plus seulement spectateur. Il aura la possibilité d'engager le dialogue avec des interlocuteurs à distance.

Le téléviseur est déjà terminal d'un réseau. Il deviendra véritable « périphérique » informatique relié à l'ordinateur par le biais du téléphone. Il s'enrichira de matériels dits de péritélévision (magnétoscope, par exemple) venant s'agglomérer à l'intérieur même ou au voisinage du poste. Quant aux méthodes de transmission, actuellement réduites, le plus souvent, aux faisceaux hertziens, elles vont considérablement évoluer avec les satellites spécialisés et les réseaux de télédistribution par câbles. Dans un avenir plus lointain, le récepteur lui-même pourra changer d'aspect, acquérir, par exemple, un écran plat. Mais ces modifications sont sans doute mineures. Quant au son, il verra sa qualité améliorée, avec généralisation de la modulation de fréquence.

JEUX VIDÉO, MAGNÉTOSCOPES ET VIDÉODISQUES. La péritélévision va élargir l'usage du récepteur et redonner une impulsion nouvelle à la vente. En France, 30 % des ménages seulement possèdent un poste de TV couleur, contre près de 100 % au Japon ou aux États-Unis. Mais on estime qu'en 1985, le parc français avoisinera 14 millions d'unités.

Le premier produit de péritélévision est le jeu vidéo. Il s'agit d'un produit autonome (ne nécessitant pas le passage par un réseau de télécommunications) et d'un produit « actif », puisque les signaux sont produits par un circuit commandé par l'utilisateur lui-même. Pour l'instant, est seul commercialisé le jeu de première génération à base de circuits intégrés, et maintenant de microprocesseurs — mais une seconde génération s'annonce, avec jeux interchangeables sur cassettes ou sur modules enfichables.

L'apparition des jeux vidéo est significative à plus d'un titre. Il s'agit des premiers appareils que l'usager branche sur son téléviseur pour voir autre chose que des images. C'est une ouverture vers des technologies voisines, soit raccordées à un réseau comme le Videotex, soit autonomes comme l'ordinateur domestique. Les jeux vidéo actuels pourront d'ailleurs à l'avenir être remplacés par un calculateur domestique possédant des programmes spécifiques, à moins que le téléviseur ne soit relié à une banque de données spécialisée, de telle sorte que l'utilisateur puisse se mesurer à l'ordinateur.

Avec le magnétoscope, on fait un pas en

photos Post Office

... des informations variées : par exemple, météorologiques (à gauche) ou financières et économiques (ci-dessus).

avant dans le sens de la souplesse d'utilisation du téléviseur. L'appareil permet l'enregistrement magnétique des émissions diffusées à l'antenne pour permettre leur lecture en dehors de toute contrainte horaire. On peut imaginer que, à l'avenir, le système évoluera, avec adressage et enregistrement automatique des émissions en fonction des desiderata des téléspectateurs.

Les Japonais dominent actuellement le marché du magnétoscope, avec deux technologies : le « Betamax » de Sony, et le « VHS » de JVC. Mais les Européens commencent à réagir. Thomson a acquis une licence du « VHS » et va le fabriquer en France. Et Philips vient d'annoncer un nouveau modèle, le « VR 2020 », qui sera disponible dans deux ans. Il offrirait une cassette de huit heures de lecture avec programmation d'enregistrement jusqu'à 16 jours à l'avance. Son prix serait plus bas que ceux des magnétoscopes actuels.

Dans le sillage du magnétoscope se profile le vidéodisque, qui permet de passer des programmes pré-enregistrés à des coûts très bas. Il utilise une technologie sophistiquée, avec lecture du disque par faisceau laser. Par l'intermédiaire de sa filiale Magnavox, Philips en a commencé la commercialisation aux États-Unis à faible échelle (uniquement dans la ville d'Atlanta). RCA, AEG-Telefunken, Thomson sont, entre autres, attirés par ce produit, qui peut déboucher sur des applications « informatiques » (stockage des données). Le décryptage laser est déjà utilisé, par ailleurs, pour la reproduction du son. Les disques donnent une qualité sonore bien supérieure à celle des actuels microsillons, dans la mesure ou le laser balaie la surface du disque sans frottement, avec une moindre usure.

D'ANTIOPE A PRESTEL. Le Videotex est un produit de péritélévision d'approche plus délicate, dans la mesure où il implique passage par un réseau public et disponibilité de services attractifs susceptibles d'utiliser ce support. Le Videotex est favorisé par l'arrivée de la nouvelle électronique, qui permet de passer de la transmission analogique des images à la transmission numérique (chaque point de l'image étant codé). Il touchera une clientèle institutionnelle en permettant l'accès à des banques de données, mais un marché grand public existe aussi, avec adjonction au classique récepteur familial d'une « boîte noire » pour la numérisation de l'écran et la transmission de signes alphanumériques, et d'un clavier permettant d'engager le dialogue.

Deux sortes de systèmes ont fait leur appa-

Autre forme de la nouvelle télévision : les programmes spéciaux réalisés par les habitants d'une même ville (ici en Angleterre). Ces expériences, encore en nombre limité dans le monde, sont appelées, à terme, à se multiplier.

rition en France. L'un promu par TDF utilise la transmission hertzienne. Il s'agit d'Antiope (ANTIOPE : Acquisition numérique et télévisualisation d'images organisées en pages d'écriture). L'utilisateur reçoit des informations telles que les cours de la Bourse ou des nouvelles météorologiques, mais sans pouvoir intervenir autrement que par le choix des « pages » d'informations. Antiope, en fait, produira soit des services compatibles avec la télévision actuelle (informations complémentaires), soit de nouveaux services destinés à une fraction du public plus ou moins spécialisée.

Le grand concurrent d'Antiope pourrait être Titan, patronné par le CCETT de Rennes (Centre commun d'études du téléphone et de la télévision), et appuyé par la Direction des télécommunications. Titan doit permettre à l'usager un dialogue interactif avec des banques de données. C'est donc un véritable système de télématique. Il pourrait offrir au public divers niveaux de services, depuis la simple interrogation de fichiers jusqu'à des services plus élaborés de correspondance entre usagers. Au niveau du raccordement, ces services utilisent une simple liaison téléphonique.

Les deux variantes du Videotex, souvent mises en opposition, recouvrent des services qui devraient, en fait, être complémentaires. Leur développement ne se réalise d'ailleurs pas sans difficultés, du fait de diverses contraintes. Celles-ci sont liées, par exemple, aux problèmes de normalisation (incidence internationale et sur l'industrie de la radio-télévision). De même, le développement de circuits intégrés spécifiques nécessaires pour les récepteurs spécialisés de conception « grand public » n'a pas encore vraiment démarré. Le système, d'ailleurs, n'aura de marché que s'il satisfait une demande véritable.

Les Britanniques ont pris des risques certains en commercialisant Prestel, un système analogue. Mis au point par le Post Office, il permet aux abonnés d'avoir accès grâce à un boîtier de contrôle spécial, à diverses informations transmises sur lignes téléphoniques ordinaires. Plus de 150 000 pages ont déjà été stockées (offres d'emploi, recettes de cuisine, bulletins météo, horaires de chemins de fer, état du trafic routier...). Le montant de l'abonnement est de 2 500 F par mois, plus l'achat d'un poste couleur spécialement adapté.

Prestel avait été précédé de systèmes dits Teletext, fournis par deux chaînes de télévision (Ceefax par la BBC, Oracle par ITV), avec transmission des informations par voie hertzienne. Ce système n'avait pas connu de développement important, étant donné le prix prohibitif du décodeur.

Le Japon développe actuellement un système équivalent à Titan et baptisé Captain. De plus, pendant deux ans, s'est déroulée — à Tama, une ville nouvelle à 40 km de Tokyo — une expérience de télévision dite « totale » qui concernait 500 familles.

photo Swindon Viewpoint

Celles-ci avaient à leur disposition une dizaine de services : télédistribution à 8 programmes classiques ; programme spécial réalisé par les habitants de la ville ; système à base de magnétoscope ; liaisons bilatérales permettant d'appeler un système de TV payante ; petites annonces ; informations-flash de type Antiope, téléfacsimilé, télé-alarme. Certains de ces services faisaient appel à la transmission numérique, d'autres à un satellite spécialisé complété d'un réseau de télédistribution.

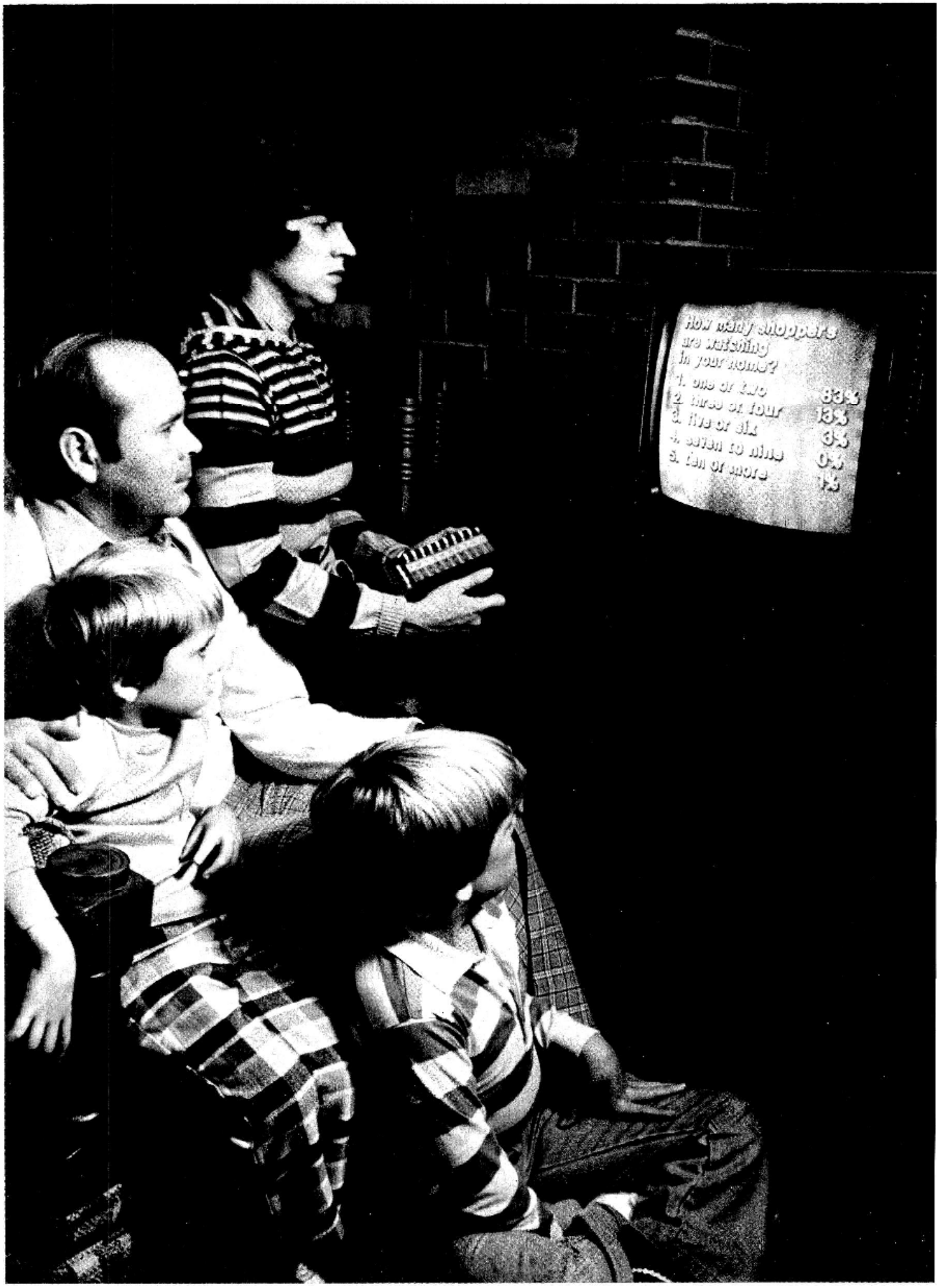
LA TÉLÉVISION PAR CABLES. La télédistribution sera certainement un élément important de la nouvelle télévision. Sous sa forme la plus « primaire », elle consiste à desservir un certain nombre de foyers par des câbles partant d'une antenne de réception collective. Ce système permet en particulier l'accès à un réseau de télévision nationale dans des zones ne pouvant bénéficier facilement des transmissions par faisceaux hertziens (régions montagneuses en particulier, où peuvent subsister de nombreuses zones d'ombre). Mais la télédistribution permet aussi de rajouter au niveau régional ou local des programmes spécifiques.

En France, la télédistribution se trouve un peu mise en sommeil. D'ailleurs, en 1978, les Pouvoirs publics ont renforcé le monopole de l'ORTF. En 1973, cependant, des expériences avaient été lancées dans un certain nombre de villes (Rennes, Créteil, Nice, Metz, Chamonix, Grenoble, Cergy-Pontoise, Évry, Melun-Sénart, Le Vaudreuil...).

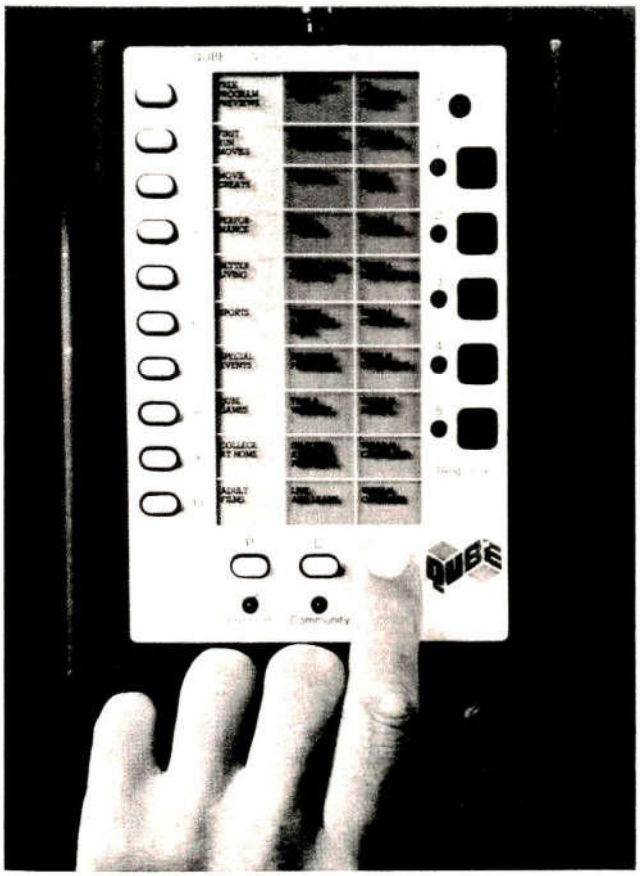
Seule Grenoble a véritablement mis en œuvre, pendant quelques années, un service de communication audiovisuelle communautaire, avec interconnexion de 10 000 logements. Mais aujourd'hui, sur les neuf canaux disponibles, trois seulement sont utilisés ... pour la diffusion des chaînes nationales.

La situation est beaucoup plus favorable dans un certain nombre de pays étrangers, en particulier Canada et États-Unis. C'est sur la télédistribution qu'est basé le système QUBE desservant une partie de la ville de Colombus, Ohio, où il réalise une interpénétration très « 1985 » de la télévision et de la vie quotidienne : choix entre de multiples programmes, dont dix communautaires, possibilités d'intervention du téléspectateur (à l'aide d'une console spéciale) dans le cours d'émissions « participatives », possibilités d'achats à distance, etc. Quant aux Canadiens, c'est surtout, au Québec, pour des raisons politiques qu'ils ont développé des réseaux de télédistribution. Les réseaux par câbles leur permettaient de rajouter des programmes spéciaux en français aux programmes nationaux, et surtout aux programmes américains.

Aux États-Unis, la distribution par câbles est passée en dix ans de deux à cinquante millions de souscripteurs. Cinq mille réseaux différents desservent 10 000 quartiers urbains ou petites villes.


How many shoppers
are watching
in your home?
1. one or two 83%
2. three or four 13%
3. five or six 3%
4. seven to nine 0%
5. ten or more 1%

Le système américain QUBE, exploité à Colombus dans l'Ohio, est un réseau sophistiqué de télévision par câbles, qui permet aux abonnés d'obtenir une programmation à la carte. Ainsi, grâce à une petite console de sélection (ci-dessous à droite), cette famille pourra choisir entre le tableau des cours du jour des marchandises dans les supermarchés de la ville, des programmes scolaires sportifs, des variétés, etc.



photos Warner Bros Corporation

A Reading, en Pennsylvanie, a été lancée une expérience de télévision bidirectionnelle sur l'ensemble de la zone urbaine, avec 12 canaux descendants et six canaux remontants. Un matériel vidéo portable a été mis à la disposition des amateurs, qui peuvent ainsi réaliser des reportages sur les activités locales. Ces programmes représentent actuellement trente-cinq heures d'émissions par semaine. Les écoles de Reading bénéficient d'ailleurs d'applications particulières, de même que l'hôpital. Dans ce dernier cas, un réseau fournit au personnel et aux malades des programmes éducatifs et informatifs. L'ensemble des systèmes mis en œuvre à Reading a amené une participation massive de la population, notamment de celle du troisième âge, et institué un véritable dialogue entre téléspectateurs. Tel est bien là une des vocations de la nouvelle télévision.

La perspective des satellites de diffusion directe s'inscrit également dans le développement de la nouvelle télévision. Ces engins permettront, d'une part, de couvrir les « zones d'ombre » actuelles. Ils assureront, d'autre part (à condition que tous les problèmes juridiques et politiques qui se posent à leur propos, dans la mesure où le satellite transgresse — par définition — les frontières nationales, soient résolus au mieux des intérêts des divers États) une plus grande richesse et variété des programmes, placés en concurrence.

LES PROCHAINES ÉTAPES. Péritélévision, Videotex, télédistribution, diffusion directe ... Sous ces aspects multiples, la nouvelle télévision commence à se mettre en place. Mais, dans un pays comme le nôtre, son épanouissement est-il proche ou lointain ? Avec Jean-Michel Treille, Président du groupement d'analyses et de prospective des systèmes économiques et technologiques (GAPSET), nous avons essayé de dégager la « programmation » dans le temps des nouveaux systèmes.

Selon J.-M. Treille, nous sommes aujourd'hui dans une première phase : Prestel débute en Angleterre ; Titan et Antiope sont expérimentés en France ; le magnétoscope connaît ses premiers succès commerciaux... En combinant TV, téléphone et ordinateurs, les usagers professionnels peuvent échanger des messages ; pour cela le récepteur s'enrichit d'un modem et d'un clavier.

De 1982 à 1985, on peut penser que les équipements vont se différencier en fonction des utilisations professionnelles ou familiales. Le téléviseur sera relié au poste téléphonique, mais aussi à un téléimprimeur ou à un télécopieur.

De 1985 à 1995, le récepteur deviendra de plus en plus sophistiqué et « intelligent ». Il pourra être connecté au traitement de textes et réaliser du courrier électronique. Il sera dès lors doté de mémoires sous la forme de microprocesseurs intégrés, mémoires destinées aussi à la comptabilité, aux fiches de cuisine, aux jeux vidéo...

On ne peut dire encore de quelle manière le téléviseur changera d'aspect. Sera-t-il plus grand ? Sera-t-il à écran plat ? Diverses sophistications sont par ailleurs susceptibles d'apparaître : un petit écran, par exemple, à l'intérieur d'un plus grand, qui permettrait d'avoir un aperçu d'un autre programme.

La grande révolution de la télévision sera, en tous cas, celle de ses modes d'utilisation, que ce soit dans des buts distractifs ou utiles. Elle sera un des éléments de plus en plus indispensables à notre vie. Peut-être permettra-t-elle un jour le travail à domicile...

FLORENCE CHARDIN

ORDINATEUR ET

L'enseignement assisté par ordinateur connaît à l'heure actuelle aux États-Unis un développement foisonnant. La concurrence entre les constructeurs comme entre les établissements d'enseignement joue en ce domaine un rôle moteur. Ce qui ne garantit peut-être pas toujours la qualité des programmes produits. En France, avec le programme expérimental lancé en 1971, on s'est d'emblée appliqué, au contraire, à l'élaboration de programmes de haute qualité.

L'enseignement a longtemps reposé sur deux éléments pédagogiques, le maître et le livre. Aujourd'hui, dans les sociétés fortement industrialisées, il s'ouvre sur d'autres formes de transmission des connaissances : audiovisuelle et informatique. Si, en France, l'introduction de l'audiovisuel dans les écoles semble devoir être considérée comme un semi-échec, qu'en sera-t-il de l'informatique ?

Cette introduction conditionne nombre de choses. Entre autres, le développement d'une industrie française de la micro-informatique. Mais aussi la refonte d'un système d'enseignement qui semble de plus en plus trouver ses limites, dans un monde où la quantité d'informations techniques et scientifiques accumulées double tous les dix ans, et où le recyclage accéléré deviendra sans doute une contrainte permanente.

On ne s'étonnera donc pas que la décision de l'opération « 10 000 micro », par laquelle, d'ici 1985, seront équipés en micro-ordinateurs tous les établissements d'enseignement secondaire, ait été prise au plus haut niveau : lors du Conseil des ministres du 6 décembre 1978 où furent définis les grands axes du plan informatique français.

Rien pourtant n'est joué, compte tenu de l'ensemble des implications que cette décision risque d'avoir. Enseignants, pouvoirs publics, constructeurs de machines, concepteurs de logiciels, éditeurs scolaires, institutions de formation professionnelle, autant d'acteurs d'ores et déjà concernés ou appelés à l'être et

Apprendre en s'amusant : aux États-Unis, ici dans une école de

ENSEIGNEMENT

The Image Bank

l'État du Minnesota, l'utilisation des ordinateurs dans l'enseignement secondaire tend à devenir de plus en plus courante.

L'ordinateur, entre autres qualités, rend possible un enseignement très individualisé, forme moderne de l'enseignement autrefois en usage dans les familles aristocratiques. L'introduction future des micro-ordinateurs dans les foyers rendra par ailleurs possible la répétition d'exercices et de cours à la maison, dans toutes les disciplines de base.

dont les buts peuvent se révéler contradictoires. D'autant qu'il manque encore une philosophie d'ensemble et qu'on saisit peu la nature des changements qu'entraîneront les machines dans la pratique pédagogique ou dans la notion de formation. Cette ignorance favorise d'ailleurs largement, à l'heure actuelle, des réactions très diverses face à l'introduction de l'ordinateur à l'école.

Si on ignore, donc, quelle forme prendront les choses en ce qui concerne la France, on peut, au moins, évoquer quelques expériences, en particulier aux États-Unis.

VINGT ANS D'EAO AUX ÉTATS-UNIS. Apparu outre-Atlantique voici une vingtaine d'années, l'enseignement assisté par ordinateur (EAO) y connaît aujourd'hui un très fort développement. C'est là, d'abord, l'effet de la concurrence entre constructeurs, laquelle est devenue particulièrement vive avec l'apparition des « micro ». Pour les constructeurs, le marché de l'enseignement constitue en fait un des axes essentiels de leur croissance. A deux niveaux : la vente de matériel, et la vente de programmes dont la part de plus-value ne fait qu'augmenter.

Côté matériel, on ne saurait trouver meilleure illustration que dans la compétition à laquelle se livrent, sur les marchés scolaires, Apple (le n° 1 des fabricants américains de micro-ordinateurs) et Tandy-Radio Shack (plus

Roger Viollet

Apple II

de 100 000 engins vendus dans le monde en 1978). L'un et l'autre ont réussi l'an dernier à signer d'importants contrats d'équipement avec différents États. Potentiellement immense et garanti, le marché scolaire permet à Apple d'espérer pour cette année le doublement, dans ce secteur, de ses ventes qui atteindraient ainsi 80 millions de dollars.

Côté programmes, la concurrence n'est pas moins vive : on estime qu'il sort aujourd'hui environ 400 nouveaux programmes Basic par mois. Lesquels viennent s'ajouter aux milliers déjà disponibles sur disques souples dans un grand nombre de disciplines. Ces programmes sont souvent conçus par des universitaires. Tels ceux proposés par la Computer Curriculum Corporation (Palo Alto, Californie), qui diffuse déjà auprès de 150 000 à 200 000 écoliers des cours de base imaginés au centre de recherches de l'université de Stanford.

Le développement rapide de l'EAO est aussi l'effet de la concurrence entre les nombreuses écoles et universités privées. Pour attirer la clientèle, on n'hésite pas à offrir le plus grand choix possible de cours et à utiliser, ce qui est un bon argument commercial, des techniques pédagogiques « up to date ». Ainsi de l'université de Stanford, l'une des pionnières en matière d'EAO, où s'est mis en place l'an dernier un cours de base en Arménien totalement automatisé, dont l'installation reviendra tout de même à la bagatelle de 100 000 dollars par an pendant 3 à 5 ans. Ce cours n'intéresse pour l'instant qu'un nombre d'étudiants très limité. Il s'intègre d'ailleurs dans le cadre d'EAO existants pour d'autres langues, notamment le Russe, et dans d'autres disciplines : logique, théorie des ensembles, théorie de la preuve, probabilités, etc.

Né voici une vingtaine d'années, l'EAO regroupe aujourd'hui un ensemble de techniques assez variées. La forme la plus ancienne, dite **« tutorielle »**, est issue de l'enseignement programmé (1). Elle est conçue selon une stratégie pédagogique directive, dans laquelle l'élève reçoit un cours par l'intermédiaire de l'écran du terminal et répond à intervalles réguliers à des questions de contrôle posées par l'ordinateur, sans pouvoir en poser lui-même. Ces réponses peuvent résulter d'un choix dans un ensemble proposé (questions à choix multiple ou QCM) ou (de plus en plus) être libres, l'ordinateur repérant la présence d'un ou de plusieurs mots-clés.

Une seconde forme d'utilisation très développée est **l'assistance aux exercices.** L'ordina-

(1) Voir Science et Vie hors-série « L'informatique », 1968.

Plato, mis au point par l'université de l'Illinois et par Control Data, est l'un des systèmes d'enseignement assisté par ordinateur les plus anciens et sophistiqués. De nombreux programmes existent dont certains concernent la formation professionnelle pour adultes, organisée en centres spécialisés (à droite), et d'autres, des disciplines aussi variées que l'enseignement musical.

teur propose une série d'exercices de difficulté adaptée au niveau de l'élève, ce qui permet l'autocontrôle des connaissances.

Figurant parmi les plus intéressantes, la troisième forme d'utilisation est la **simulation,** technique qui peut, selon Jacques Hebenstreit, un des spécialistes de l'EAO en France (1), s'appuyer sur trois méthodes.

- la « découverte guidée », dans laquelle l'élève est amené par des expériences simulées à découvrir les relations entre les paramètres définissant une loi physique, biologique ou autre.
- l'« acquisition d'expérience », où l'élève peut obtenir une réponse instantanée en faisant varier un paramètre d'un modèle étudié.
- la construction d'un modèle à partir d'une expérimentation réelle et le contrôle de son domaine de validité.

Quatrième voie : la **Computer Managed Instruction** (CMI) que Fernand de Mendonça, professeur à l'AFPA (2) décrit comme *« la gestion informatique de la scolarité, soit dans le but d'harmoniser le déroulement de l'enseignement, soit dans celui d'examiner la progression didactique des enseignés »*. Plus clairement, l'idée est d'individualiser le plus possible l'apprentissage, ce qui suppose un degré élevé d'interactivité entre l'homme et la machine. *« L'étudiant est d'abord soumis à des tests d'évaluation. L'ordinateur lui demande ensuite ce qu'il désire apprendre et donne la liste de tout ce qu'il aura à savoir pour atteindre son but. Si l'étudiant donne son accord, l'ordinateur l'informe du détail des choses à apprendre pour une période de temps donnée (1 semaine ou 1 mois). Ceci peut inclure des activités telles que suivre des cours, lire des chapitres d'ouvrages, faire des exercices, y compris éventuellement des séances d'enseignement assisté. Pendant cette période, l'ordinateur tient à jour la liste des résultats obtenus par l'étudiant, qui passe son examen final sur l'ordinateur (3).* Selon les résultats, l'étudiant sera orienté sur des études complémentaires ou sur de nouvelles activités.

LE SYSTÈME PLATO. Toutes ces formes d'EAO se trouvent à l'heure actuelle rassemblées dans le plus ancien, mais aussi le plus coûteux des systèmes existants : le système PLATO. Le projet, né en 1962 à l'université de l'Illinois et auquel s'est associé, en 1967, Control Data, connaît aujourd'hui sa quatrième génération. Au terme d'une dépense globale de cent millions de dollars...

Les cours disponibles représentent 4 000 heures d'enseignement réparties dans environ 70 disciplines, principalement axées sur la formation professionnelle (management, finance, psychologie de la vente, etc.). Ils comprennent aussi bien des programmes de simulation que de l'enseignement tutoriel. Chaque cours est composé de plusieurs leçons, elles-mêmes subdivisées en thèmes (ou pages) représentés par une ou plusieurs images projetées sur l'écran d'un terminal et accompagnées d'un dialogue. Les réponses de l'élève étant enregistrées, il est possible, selon ses performances, de sauter des pages ou au contraire de revenir en arrière.

Chaque unité PLATO est constituée de terminaux (jusqu'à 1 000) reliés par lignes téléphoniques à un centre de calcul (un ou plusieurs gros ordinateur CYBER). Le terminal, devant lequel se trouve l'élève, se compose d'un clavier et d'un écran à plasma (acceptant éventuellement la réponse tactile). Grâce à un langage spécialement conçu, il est possible à l'auteur du cours de manipuler un alphabet très complet, de tracer des graphes, d'exécuter des calculs ou de modifier le programme. Ce langage permet ainsi la succession dans une leçon d'un grand nombre de séquences pédagogiques (dialogues, exemples, simulation, animation...).

Le nombre des consoles PLATO fonctionnant dans le monde est d'environ 4 000, en majorité aux États-Unis où il s'en installe 100 nouvelles par mois. Elles sont pour l'essentiel rassemblées en « learning centers » plus ou moins éloignés des centres de calcul. Ces centres sont installés à l'université de l'Illinois, à l'université de Delaware et au siège de Control Data à Minneapolis. En dehors des États-Unis, on en trouve deux autres, l'un à l'université du Québec (le projet québécois en cours de réalisation prévoit le raccordement de 4 000 terminaux, par tranches de 1 000), l'autre à Bruxelles.

Si l'on ne conteste pas son haut degré d'élaboration, PLATO fait depuis quelques années l'objet de critiques assez sévères. Elles portent d'abord sur son coût : prévu au départ pour évoluer entre 50 cents et 1 dollar par heure d'utilisation du terminal, il se situe, selon les

(1) *Voir 01 Informatique n° 127.*

(2) *Association nationale pour la formation professionnelle des adultes.*

(3) *J. Hebenstreit, 01 Informatique n° 127.*

calculs réalisés à l'université de l'Illinois, à 5 dollars l'heure sur la base de 20 heures d'utilisation. L'étude de rentabilité menée à l'université du Québec, qui prévoyait, si le coût d'utilisation du terminal tombait à 35 cents par heure et par élève, une faible économie par rapport à l'enseignement traditionnel, est donc largement dépassée. Et l'expérience montre que chaque terminal revient à l'heure actuelle à 15 000 dollars par an.

OÙ EN EST LE JAPON ? Suivant une évolution assez parallèle, c'est par le biais du contrôle des connaissances et de l'enseignement programmé qu'on a, au Japon, dans les dix années qui suivirent la guerre, introduit des machines dans l'enseignement. Vers 1960, la correction automatique s'est étendue à toutes les universités. Aux alentours de 1970, elle a gagné les établissements d'enseignement secondaire des grandes villes. Le système a

permis d'instaurer à l'entrée des universités une sélection à deux paliers : présélection automatisée, puis épreuve de créativité (dissertation, etc.) corrigée d'une façon traditionnelle.

Avec l'apparition des microprocesseurs, et à l'instar de ce qui s'est passé aux États-Unis, on a vu dans un deuxième temps apparaître des mini-machines à enseigner semblables, par exemple, au Little Professor de Texas Instruments. Disponibles sur le marché depuis 10 ans à un prix très modique, elles existent dans plusieurs disciplines (arithmétique, algèbre, géométrie, physique-chimie, écriture, vocabulaire, syntaxe). C'est toutefois en arithmétique, qu'elles sont le plus utilisées et l'on compte qu'un enfant sur deux en dispose. Elles constituent un bon entraînement aux exercices et sont capables, en cas d'erreurs répétées, de fournir les instructions nécessaires pour atteindre la solution.

L'introduction des micro-ordinateurs dans les écoles n'en n'est pour l'heure qu'à ses débuts et concerne un nombre restreint d'établissements situés dans les grandes villes. Mais la commission spécialisée dans la conception et l'établissement des programmes scolaires en tient déjà compte. Cette orientation figurait d'ailleurs dans le volumineux rapport Jacudi paru en 1972. Ce plan d'informatisation de la société japonaise, abandonné lors de la récession de 1974, prévoyait d'affecter 180 milliards de francs au seul développement de l'enseignement assisté par ordinateur. Ce qui aurait concerné chaque année 15 millions d'écoliers.

Les objectifs actuels sont plus modestes : une expérience est à l'étude pour informatiser un échantillon de 1 000 lycées avec, pour objectif d'ici à 1985, la familiarisation d'un million d'élèves avec les techniques de programmation.

Dans une société déjà fortement soumise à la télévision, certains professeurs émettent des doutes quant à l'efficacité de l'EAO, que les enfants, selon eux, risquent d'assimiler à une distraction audiovisuelle supplémentaire. *« Tout le monde*, nous a dit l'un d'entre eux, *est conscient qu'un développement mal conduit se traduirait par une catastrophe sur le plan pédagogique et financier »*. Un gros problème est aussi celui de la conception et de la programmation des cours.

A l'heure actuelle, les « disquettes », réservées aux écoles, résultent d'une collaboration entre les fabricants d'ordinateurs et quelques établissements pilotes. Diffusés par chaque constructeur, et ils sont nombreux, ces supports ne sont pas normalisés et incompatibles d'une machine à l'autre. Une certaine normalisation devrait néanmoins intervenir dans un avenir proche quand les disquettes seront accessibles au grand public. Côté universités, toutes déjà hautement informatisées, un important effort porte actuellement sur l'interconnexion des banques de données.

FRANCE : LES PREMIÈRES EXPÉRIENCES. En France, à la différence de ce qui se passe aux États-Unis et au Japon, l'ordinateur n'est pas encore, selon le mot d'un expert de l'UNESCO, une « réalité conviviale ». Les conditions de l'informatisation de l'enseignement n'y sont donc pas les mêmes.

D'un usage très répandu au Japon, les mini-machines à enseigner (ici deux modèles Texas Instruments) permettent de s'entraîner à des exercices d'arithmétique et sont capables, en cas d'erreur, d'indiquer la solution.

Néanmoins, un certain nombre d'expériences ont déjà eu lieu. Dans une étude datant de 1977, F. de Mendonça a recensé 96 établissements ayant mis au point des programmes d'EAO. Le nombre des étudiants, élèves ou stagiaires ayant participé à ces expériences s'élevait à 200 000 et celui des enseignants, chercheurs, ou informaticiens concernés était d'un millier. Mille programmes environ auraient été conçus. Parmi les expériences recensées, la plus ancienne (1965) est l'O.P.E. (l'ordinateur pour étudiant) à Paris VII. Les cours O.P.E. portent sur la linguistique anglaise, la biologie, la chimie, l'électronique, la thermodynamique, l'initiation aux techniques de l'enseignement programmé et les travaux pratiques d'informatique.

On peut aussi évoquer l'expérience poursuivie dans l'enseignement médical sous la direction des Pr. Levy et Varet. Le début en remonte à 1968 à l'Hôpital St-Louis où, à l'instar de ce qui se pratiquait aux États-Unis, on décida de concevoir un cours entier en hématologie, programmé et assisté par ordinateur. Le projet, qui s'avéra très vite irréalisable, donna naissance à deux programmes moins ambitieux : l'un de travaux pratiques, portant sur la reconnaissance d'images et de formes pathologiques en hématologie ; l'autre d'étude de cas par simulation, permettant l'entraînement au diagnostic. Transférés au CHU Cochin en 1973, les deux programmes furent améliorés et étendus à la rhumatologie, à l'entraînement à la technique de l'électrocardiographie et à la cytologie.

Le bilan de cette expérience paraît très positif. Selon Fernand de Mendonça, *« c'est d'ailleurs dans l'enseignement médical que l'introduction de l'EAO s'est avérée la plus facile et la plus fructueuse »*. Dans le cas du logiciel « travaux pratiques », l'ordinateur fait fonction d'un moniteur très spécialisé : il présente les images, questionne l'étudiant et analyse ses réponses. Dans celui du logiciel « étude de cas », l'ordinateur simule le malade, gère le dialogue entre l'étudiant et le malade et répond aux questions posées. Entre autres avantages, les étudiants font ressortir le caractère individualisé de l'enseignement et la rigueur du comportement imposé par la méthode. Parmi les inconvénients, ils notent la lenteur du dialogue, liée à la nécessité de la frappe sur clavier.

Les évaluations objectives fondées, par exemple, sur l'analyse des résultats obtenus aux examens semblent également favorables. Cependant, les spécialistes s'accordent à penser que les « rendements » en ce domaine doivent être considérés avec précaution. Comme l'écrit le professeur Bruno Varet : *« les leçons tirées de l'EAO grâce à l'enregistrement des réponses des étudiants sont immédiatement répercutées sur l'enseignement normal, qui a donc directement bénéficié de l'EAO. Pour juger de l'apport global de l'EAO, il faudrait comparer l'efficacité de l'enseignement avant et après introduction de l'ordinateur, ce qui est techniquement très difficile »*.

L'INFORMATIQUE DANS 58 LYCÉES.

La première tentative française pour introduire l'informatique dans l'enseignement secondaire date de 1971. Elle a porté sur 58 lycées répartis dans toutes les académies et équipés de mini-ordinateurs Télémécanique 1600 et CII Mitra 15. Menée sous la direction de l'Institut national de recherches pédagogiques, cette opération se situait dans le cadre du Plan Calcul. Du bilan, il ressort d'abord quelques chiffres.

De 1971 à 1976, le nombre des professeurs formés s'est élevé à quelque 6 550 (1). Sur ce total, 550 ont reçu une formation dite « lourde » constituée par des stages d'un an passés, pour un premier contingent, chez des constructeurs (IBM, CII, Honeywell-Bull) et pour les suivants dans des centres de recherches universitaires. Le recrutement de ces enseignants, qui ont ainsi acquis une double

(1) L'effectif du corps enseignant français est approximativement de 100 000 personnes.

Photo INRP

En France, des mini-ordinateurs ont déjà été mis en place, dans le cadre de programmes expérimentaux dirigés par l'Institut national de recherche pédagogique. Cette opération est en cours de bilan.

compétence (dans leur discipline et en informatique) s'est fait sur la base du volontariat, le nombre de places disponibles chaque année (une centaine) étant d'ailleurs largement dépassé par les demandes (environ un millier). Quant aux 6 000 autres, ils ont reçu une formation « légère » par correspondance.

Dans les formations « lourdes » la répartition par discipline indique une prédominance des scientifiques : 29 % des mathématiciens et 16 % de physiciens, contre 23 % de littéraires y compris les professeurs de langues. Au terme des cinq années, le nombre de logiciels publiés (1) s'élève à environ 400 dans tous les modes d'utilisation (tutoriel, simulation, entraînement), et dans toutes les disciplines (dont 100 programmes en mathématiques et 44 en lettres). S'y ajoutent des programmes locaux non publiés et des programmes réalisés par les élèves dans le cadre d'activités club. Au niveau des lycées, les statistiques de l'INRP révèlent une fréquentation relativement faible des salles d'ordinateurs par les professeurs non formés.

Le coût total de l'opération s'est élevé à 100 millions de francs dont 50 % pour la formation, 25 % pour le matériel et 25 % d'heures de décharge pour la recherche pédagogique (2). Il est important de remarquer que le temps passé à l'écriture de programmes est certainement supérieur à cette dernière part. Le temps de conception d'un programme est en général

(1) Disponibles à l'INRP sous forme de disques souples.

(2) Les professeurs « informaticiens » se trouvaient déchargés d'un certain nombre d'heures d'enseignement pour pouvoir se consacrer à la conception de programmes. D'où la nécessité, pour l'administration, d'assurer leur remplacement.

si élevé (dans certains cas, jusqu'à 600 heures de travail pour 1 heure de cours), que nombre de professeurs y ont, dans les faits, consacré une bonne partie de leurs loisirs. D'autant plus, et c'est un reproche souvent entendu, que les élèves n'ont été que fort peu associés à la programmation.

Le but de cette expérience (comme d'ailleurs de sa généralisation dans l'opération 10 000 « micro ») n'était cependant pas là. Il s'agissait surtout d'inciter un certain nombre de professeurs à réfléchir sur les différentes formes d'utilisation pédagogique de l'ordinateur. Ce qui explique à la fois le caractère très disparate des programmes produits, leur haut niveau général, voire même, pour certains observateurs, leur élitisme. Il s'agissait aussi d'éviter que, dans le monde des enseignants, se reproduisent les conflits, et parfois même les catastrophes, déclenchés quelques années plus tôt dans le monde des gestionnaires, lorsque l'informatique y avait été introduite « de force ». Il était jugé préférable de créer, par cette première rencontre de l'ordinateur et des enseignants, de petits groupes d'initiés capables d'avoir un rôle d'entraînement local et de guider le développement ultérieur de l'expérience.

Dans l'ensemble des programmes produits, signalons, entre autres, un remarquable travail en démographie, réalisé au Creusot par une classe de seconde, et qui a permis une étude très complète, après enquête de plusieurs semaines sur le terrain, de la natalité et de la fécondité dans la région. Ou, dans un autre domaine, une approche du concept de régulation en biologie, à travers un modèle permettant de simuler les différentes formes de diabète.

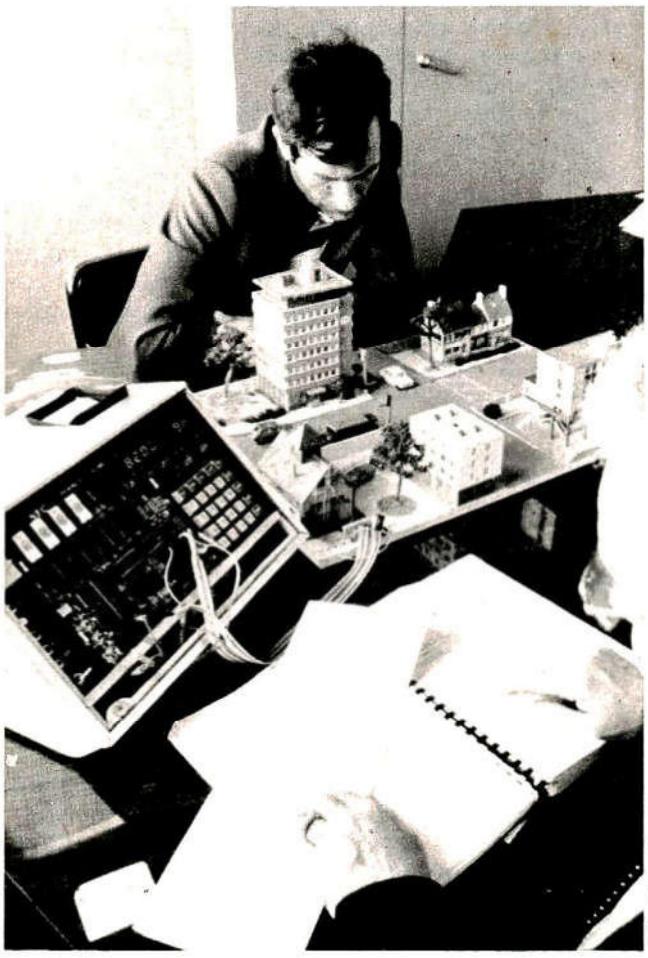
Dans les observations des élèves qui ont bénéficié de l'opération « 58 lycées », on retrouve les remarques couramment faites à propos de l'EAO : individualisation du travail ; pouvoir de cheminer à son rythme et à son niveau ; responsabilité et droit à l'erreur (pouvoir se tromper sans être sanctionné) ; sentiment d'apprendre en s'amusant... Mais est exprimé aussi le besoin d'avoir un enseignant à proximité. Comme on peut le lire dans un rapport du SNES, *« la méthode responsabilise l'élève en favorisant l'organisation de la pensée en vue de choix, de prises de décisions, de stratégies, etc. La démarche informatique oblige un élève à analyser un problème, à séparer l'aspect « mécanisme » (réductible à la machine), de l'aspect « intuition » et « démonstration ».*

Outre cette rigueur dans le raisonnement, on a pu constater que l'ordinateur (même utilisé en mode tutoriel) favorisait plus spécialement l'apprentissage dans tous les cas où la relation entre le maître et l'élève était fortement conflictuelle. Cela tient au fait que la relation élève-machine n'est pas pénalisante et qu'elle met l'élève en position d'exercer un pouvoir. Ceci s'est particulièrement vérifié dans le cas de l'utilisation du système Logo (1) auquel l'Éducation nationale n'a peut-être pas accordé une place suffisante.

LE PROGRAMME « 10 000 MICRO »

L'opération « 58 lycées » va se poursuivre à la rentrée avec le lancement du programme « 10 000 micro », organisé conjointement par le Ministère de l'Éducation nationale et le Mi-

(1) Système mis au point par le mathématicien américain Payert au MIT. Il est constitué d'un clavier relié à un ordinateur et d'« une tortue cybernétique » (petit véhicule télécommandé ou figure symbolique apparaissant sur un écran). Celle-ci se déplace en fonction d'ordres tapés par l'enfant sur le clavier. Le but est d'obtenir des déplacements correspondant à des figures géométriques. Pour y parvenir, l'enfant est obligé d'analyser la succession de droites et d'angles qui les composent, exercice qui constitue une véritable initiation à la programmation.



J.P. Bonnin

A l'AFPA (Association pour la Formation Professionnelle des Adultes), des élèves étudient, par simulation, les conditions optimales de circulation à un croisement, lors d'un cours sur les microprocesseurs.

EAO ET FORMATION PERMANENTE

C'est l'un des domaines d'application de l'EAO appelé, d'après les spécialistes, à connaître un développement particulièrement rapide. Pour diverses raisons : l'ampleur des besoins en formation des entreprises ; le fait que ces besoins portent sur des programmes très précis (jeux d'entreprise, comptabilité, initiation à l'informatique, etc.) ; le fait que l'effort pédagogique puisse y être moindre. Plusieurs types d'organisations sont envisageables : l'utilisation en libre-service de micro-ordinateurs dans des centres spécialisés (à l'image des learning-centers de Control Data) ; l'utilisation (libre ou imposée) à l'intérieur même de l'entreprise.

Le marché de la formation professionnelle est explicitement celui que vise Control Data. Il représente chaque année aux États-Unis environ vingt milliards de dollars. La stratégie de la firme consiste à couvrir le territoire américain d'un réseau de centres de formation offrant des terminaux en location à des entreprises locales.

Cette stratégie vise aussi les agences pour l'emploi ou administrations similaires. Control Data a passé l'an dernier un contrat avec l'administration de l'État de Washington concernant la formation accélérée des chômeurs « chroniques ». Les trois cents intéressés étaient classés dans la catégorie des « illettrés fonctionnels » (personnes ayant tout oublié de leur formation scolaire de base). Le programme s'est développé en deux temps. Une première phase constituée de cours intensifs de rattrapage dans des matières fondamentales (calcul, orthographe, etc.). Une seconde phase de formation à la programmation, le premier tiers de l'effectif étant engagé chez Control Data.

En Europe, la firme souhaite implanter les mêmes services. Neil Spooney, Directeur du département éducation de Control Data en Grande-Bretagne, a récemment déclaré qu'il essayait d'intéresser le gouvernement à l'installation de centres de formation auprès de toutes les agences locales de l'emploi. Projet dont on peut néanmoins douter qu'il voie le jour, compte tenu de son coût.

A Paris, l'Institut de formation Control Data sera l'an prochain équipé de douze terminaux et dispensera des cours de technique de maintenance et de programmation à la gestion. Il est prévu, ensuite, de procéder à des installations dans les principales villes françaises.

Un certain nombre de programmes EAO ont également été mis au point chez CII-Honeywell-Bull. Ils s'intègrent dans des opérations de formation utilisant conjointement tous les nouveaux moyens audiovisuels. Le but est de connaître avec précision l'apport spécifique de chacun de ces outils, ce qui permettrait d'optimiser les conditions et la vitesse du processus de formation.

Dans une telle entreprise, le développement de ces recherches trouve un terrain particulièrement favorable. Le volume de formation y est en effet très important : le département spécialisé de CII-Honeywell-Bull, qui comprend 400 personnes en permanence, a assuré la formation de 100 000 salariés en dix ans.

nistère de l'Industrie. Ce programme, s'il est mené à terme, mettra sans doute la France dans le groupe des pays les plus avancés en EAO. Des inconnues subsistent cependant.

Inconnues, d'abord, au niveau budgétaire, mais sans doute moins en ce qui concerne les crédits d'équipement qu'en ce qui concerne les crédits de fonctionnement. Au vu des difficultés de trésorerie que connaissent actuellement les établissements d'enseignement secondaire, on a du mal à imaginer comment, à moins de substantielles dotations, ils pourraient assurer la maintenance de machines encore relativement fragiles.

On comprend ainsi les exigences du Ministère de l'Éducation Nationale concernant les matériels : descendre à des coûts de maintenance inférieurs à 10 % par an de l'investissement initial lui-même, limité à 20 000 F TTC. On souhaitait en outre — au Ministère de l'Industrie — obtenir une garantie de 5 ans. Face à ces contraintes, certains importateurs de matériels américains nous ont dit être en bonne position, bien que chez les constructeurs français, et notamment chez Logabax, on espère être « favorisés » (1).

C'est chose probable pour l'instant. D'autant que tous les programmes existants à l'INRP ont été écrits dans un langage national, le LSE (1), ce qui garantit un temps de sécurité aux constructeurs français, les machines américaines étant en Basic. Reste que le maintien du LSE comme langage de programmation pédagogique, vivement défendu par les enseignants, risque, à plus ou moins longue échéance, de poser quelques problèmes.

Malgré les différences actuelles d'un constructeur à l'autre, le Basic apparaît en effet de plus en plus comme le langage international de la micro-informatique. Pour les enseignants, le LSE constitue d'une part un moyen de défense contre une invasion des programmes anglo-saxons, et d'autre part un moyen de conserver le contrôle sur l'expérience. Mais cette position pourrait s'avérer fragile. Même si la qualité des programmes réalisés aux États-Unis peut, aux yeux de nombreux spécialistes, laisser à désirer, la quantité produite est par trop supérieure. Cela permet à la fois de diversifier les produits et de baisser les prix par un grand volume d'édition. N'y a-t-il pas là une tentation à laquelle les éditeurs privés — voire même les pouvoirs publics, pour peu qu'il faille encore procéder à des restrictions budgétaires — pourraient succomber ? La conception en France de programme en Basic ouvrirait en outre, d'après certains experts, un marché d'exportation plus vaste.

(1) On sait depuis que les matériels retenus pour la première tranche seront français : X1 de l'Occitane d'Électronique et LX 500 de Logabax.

(1) Inventé par J. Hebenstreit.

The cat runs from the tree to the girl

Ceci représente ce que l'on peut voir sur l'écran tactile d'un terminal PLATO, dans le cadre d'un cours d'anglais élémentaire. L'exercice consiste à composer une phrase grammaticalement correcte et cohérente au niveau du sens, à partir des mots inscrits dans les cases. Dans un premier temps, on compose la phrase en appuyant successivement sur les mots choisis. La phrase ainsi créée vient s'inscrire dans sa totalité en haut de l'écran à gauche. Dans un deuxième temps, une animation apparaît indiquant le sens et permettant de juger de la cohérence : ici, un chat court d'un arbre à une fillette. Pour composer une autre phrase, on appuie sur la zone NEXT.

Autre inconnue : comment va s'opérer la formation des enseignants ? La formation « lourde », abandonnée en 1976, ne semble pas devoir être reprise en raison de son coût. D'autant, nous a précisé M. Saurel, Directeur des lycées au Ministère de l'Éducation nationale, que le but est de voir le plus grand nombre possible d'enseignants utiliser l'ordinateur. On s'orienterait donc vers des formations ultra-rapides, permettant aux professeurs d'utiliser des programmes déjà réalisés. Sans que la plus grande majorité d'entre eux soit capable de les modifier ou d'en concevoir de nouveaux.

Ceci favoriserait bien entendu les éditeurs scolaires, qui occuperaient, dans la conception et la diffusion de « packages », la fonction qu'ils occupent déjà pour les ouvrages. D'ores et déjà, un certain nombre d'entre eux semblent intéressés, notamment Dunod, Hachette et Laffont.

Au moins autant que dans l'enseignement secondaire, c'est dans les domaines de l'autoformation et du recyclage que l'EAO est appelé à connaître un développement important. Pour M. Courtieux, du Service d'orientation des recherches de l'IRIA (Institut de recherche en informatique appliquée), ce marché, qui se concrétisera avec l'introduction des micro-ordinateurs dans les foyers, est important, pour trois raisons. Tout d'abord, le désir d'ascension sociale de toutes les couches de la population. Ensuite, des loisirs de plus en plus grands. Enfin, une situation économique tendue qui entraînera la nécessité d'une adéquation plus fine de la formation aux besoins du marché. Pour développer des produits adaptés, l'IRIA souhaiterait voir se renforcer la coopération entre les laboratoires de recherches publics et les constructeurs.

Jusqu'à présent, la position de ces derniers a surtout été d'attente. Ils entendent cependant bien, dans l'avenir, nous a précisé M. Depreaux, Chef du service recherche en formation de CII-HB, *« occuper la place qui leur revient de partenaires à part entière »*.

JEAN-PIERRE ICIKOVICS

LES BANQUES

R. Poinot

DE DONNÉES

A l'heure actuelle, les États-Unis exercent, au plan mondial, une véritable hégémonie en matière de banques de données. Si l'on n'y prend garde, une telle situation peut avoir de graves conséquences sur les nations qui font recours à cette « mémoire collective » élaborée outre-Atlantique. Au-delà des risques — non négligeables — d'aliénation culturelle, le développement même des pays demandeurs d'information pourrait tomber sous contrôle américain.

● L'information est devenue l'un des principaux enjeux des prochaines décennies. Et une gigantesque bataille, qui s'annonce capitale pour l'ensemble des pays concernés, a déjà commencé. Celle de l'institution de ces vastes fichiers informatisés connus sous le nom de banques de données.

Pour l'heure, les États-Unis et le Canada semblent avoir pris une longueur d'avance sur leurs principaux concurrents. Dans ces deux pays, la multiplication des réseaux informatiques a, en parallèle, engendré de très nombreuses banques de données. La France, en revanche, accuse aujourd'hui un retard considérable en la matière.

Dans leur célèbre rapport sur « l'informatisation de la société », Simon Nora et Alain Minc soulignent le risque d'aliénation qui, dans ces conditions, menace la France, notant que *« les banques de données bouleversent les conditions de la collecte statistique et de l'archivage ; elles accroissent, sans limite, les capacités de stockage d'informations, qu'il s'agisse de la conservation des données brutes ou de références bibliographiques. Elles en modifient les conditions d'accès et rendent possibles les interrogations à distance, à condition d'être branché sur un réseau ».*

« Le phénomène frappe aujourd'hui de plein fouet l'ensemble des activités économiques, techniques, scientifiques, universitaires. Ainsi, de la petite entreprise qui pourra désormais accéder à une banque d'informations spécialisée pour y retrouver tel ou tel procédé de fabrication. Ainsi, du service de prévision d'une grande société qui disposera de toutes les données économiques sur la conjoncture. L'ensemble de ces informations préexistait à la réalisation des banques de données, mais elles étaient la plupart du temps éparpillées, non maniables, d'un usage difficile. C'est la facilité d'accès qui crée le besoin. Entre deux utilisateurs dont l'un fait intelligemment appel aux banques de données et l'autre se contente d'une information traditionnelle, les conditions du jeu économique sont modifiées. De même en va-t-il pour les travaux universitaires ou dans la recherche de « créneaux » commerciaux par une entreprise. »

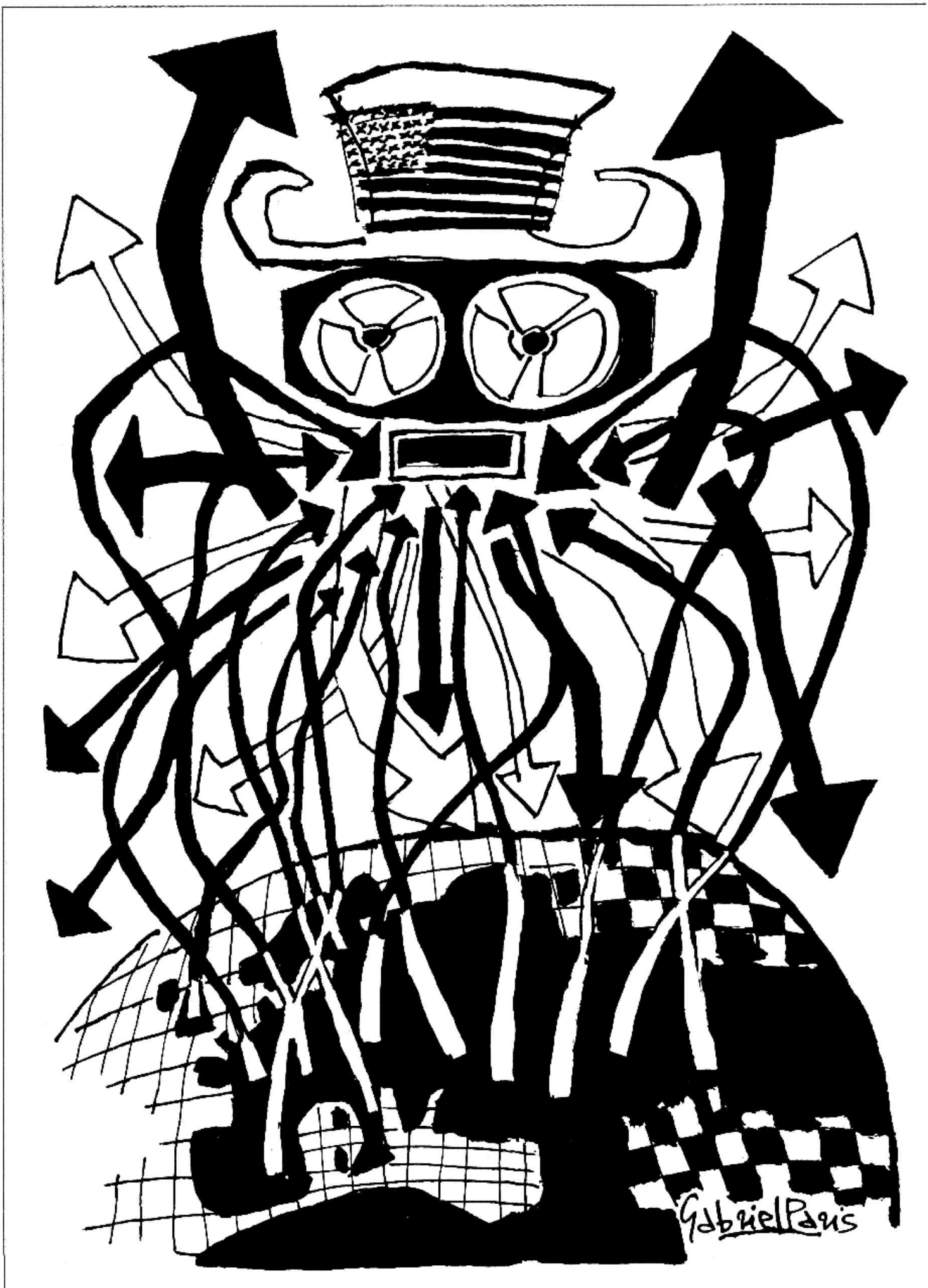
Aujourd'hui, la plupart des banques de données sont américaines ou canadiennes. Et Jean-Michel Treille, Président du groupe d'analyse et de prospective des systèmes économiques et technologiques ne cache pas son inquiétude : *« Plus de trois cent soixante banques de données regroupant une centaine de millions d'articles sont actuellement en service dans le monde. Or, 70 % de ces banques de données, regroupant 85 % des articles, sont implantées aux États-Unis. Il est difficile, dans ces conditions, de ne pas parler de domination américaine » (1).*

DES IMPLICATIONS MULTIPLES. Le fait de devoir aller chercher l'information hors des frontières a de multiples conséquences. La première est d'ordre économique. Il faut en effet tenir compte des coûts souvent élevés des abonnements, des transmissions et des accès aux banques de données. On évalue déjà à 20 000 heures par an l'utilisation des « banques » américaines par les Français, et cela se traduit par une lourde facture en devises. Qu'en sera-t-il demain, si des banques de données ne sont pas disponibles à l'intérieur de l'hexagone ?

Une autre conséquence est le risque d'aliénation culturelle. Il est évident si l'on considère la langue utilisée, et par le simple fait de recourir à d'autres pour constituer notre « mémoire collective », en se contentant de puiser dans ce stock d'informations qui nous concernent. Sur ce seul point, la mise en place de banques de données « tricolores » constituerait un impératif de souveraineté. D'où l'idée d'un plan « banques de données », telle que le suggère le rapport Nora-Minc.

Certes, comme le souligne ce rapport, *« les banques ne sont pas toutes équivalentes. Certaines peuvent demeurer l'apanage de professions et de groupes fermés et peu nombreux,*

(1) Propos recueillis par la revue 01 Informatique dans son numéro 524 (janvier 79).


GabrielPaus

alors que d'autres doivent être accessibles à tous, sous peine de peser sur l'équilibre des pouvoirs. Les premières sont destinées à quelques-uns, alors que les secondes sous-tendent, par exemple, la prévision et la planification nationale. Les unes se développent spontanément, sous la seule initiative des futurs utilisateurs, tandis que les autres nécessitent une intervention vigoureuse des pouvoirs publics. Derrière leur création, leur diffusion, la réglementation de leur accès, se profile un problème de nature politique ».

De fait, détenir l'information, c'est détenir le pouvoir. Dans un récent rapport signé du Groupe de travail sur l'information scientifique et technique de la France, on pouvait relever que « *les États-Unis sont les premiers à avoir pris conscience de l'importance de ce phénomène. Convaincus que l'information est un des facteurs les plus prometteurs pour le développement économique et social ; ils ont investi des moyens considérables pour développer de nouvelles technologies et établir des réseaux d'informations efficaces. Leur avance est aujourd'hui telle qu'aucune nation désireuse de se développer et de prospérer ne peut se passer des services d'information américains, qui exercent d'ores et déjà une attraction et une influence croissante dans le monde entier* ». On a donc affaire à une véritable situation de monopole, qui confère aux États-Unis le pouvoir, non seulement par la possibilité d'une utilisation optimale de leurs propres ressources, mais aussi et surtout par celle d'orienter le développement des pays demandeurs d'information, lesquels dépendent de systèmes sur lesquels ils n'exercent aucun contrôle.

De fait, la valeur économique reconnue au savoir est une donnée fondamentale de la politique de puissance des États-Unis. Ceux-ci se sont engagés récemment dans des opérations d'achat systématique de banques de données dispersées sur l'ensemble du vieux continent (même quand l'opération s'avère plus coûteuse que la production de ces mêmes informations). On assiste également à une tentative d'hégémonie en direction des pays en développement, à qui les États-Unis proposent l'installation de systèmes d'information, la formation de spécialistes, voire l'accès gratuit aux réseaux américains.

En France, la mise en place de banques de données et leur libre accès pour tous ceux qui le souhaitent sont deux urgences qui ne peuvent être méconnues. Il y va de la souveraineté et du rayonnement de notre pays, mais aussi de la qualité de sa recherche et de la compétitivité de son industrie. Établir un système national d'information pour contrôler la distribution de celle-ci impose d'ailleurs l'achat de fichiers étrangers exploités sur le territoire national. Ainsi pourrait-on développer dans des créneaux appropriés une documentation active correspondant aux besoins prioritaires du pays et à ses possibilités. Les conséquences d'une telle action se feraient sentir par un grand nombre de retombées.

S'il s'agit en effet de maîtriser l'accès aux connaissances dont nous avons besoin, le problème est aussi — et cet aspect est loin d'être négligeable — d'éviter que l'étranger ne détecte trop facilement nos orientations (scientifiques, techniques, sociales...) par la seule observation minutieuse des demandes de renseignements. De même, maintenir notre pays à un haut niveau de connaissance est la clef d'une politique industrielle capable d'assurer le succès de nos produits à l'exportation. Encore faut-il que les produits que nous fabriquons soient conçus à l'abri de toute indiscrétion.

UN « SERVEUR » CENTRAL POUR LA FRANCE. Si la France est, comme on l'a déjà souligné, nettement en retrait par rapport à ce qui existe aux États-Unis et au Canada, il serait injuste d'en conclure qu'elle ne fait rien pour rattraper son retard. Depuis quelques années, en effet, les pouvoirs publics s'intéressent à cet aspect de l'avenir de notre pays. L'an passé, à trois reprises, le sujet des banques de données a été abordé en Conseil des ministres. Le 10 février 1978 a été approuvé, à l'occasion de l'un de ces Conseils, la mise en place d'un « serveur central », destiné à l'exploitation des principaux fichiers bibliographiques existant dans le monde.

Également en 1978, la société française Télésystèmes s'est vue confier par le Secrétariat d'état chargé de la recherche, et sur proposition du Bureau National de l'Information Scientifique et Technique (B.N.I.S.T.), l'établissement de ce « serveur » national en informations bibliographiques et factuelles. Depuis mars 1979, le centre est installé à Valbonne — Sophia-Antipolis. Il est doté d'un ordinateur IRIS 80 (bi-processeur) de CII-Honeywell-Bull, qui met en œuvre des logiciels spécialisés tels que MISTRAL et DARC. Cette installation informatique, qui dispose d'une capacité

de stockage sur disques magnétiques représentant douze milliards de caractères en ligne, sera prochainement dotée d'interfaces permettant sa connexion aux réseaux Transpac, Euronet et Tymnet. Une telle connexion ouvrira largement le centre aux clients non seulement français, mais également européens ou américains.

Le but est de permettre à tous les spécialistes, qu'ils soient scientifiques, ingénieurs, économistes, etc., et appartenant aussi bien au secteur privé que public, d'interroger de façon instantanée les grandes bases de données bibliographiques ou numériques constituées par des organismes français et étrangers.

La finalité de l'installation est en fait double : d'une part, permettre aux utilisateurs français un accès facile à une grande masse d'informations ; d'autre part, contribuer au rayonnement de notre pays en distribuant ces informations à l'étranger.

Les différentes banques ou bases de données qui seront progressivement disponibles sur le « serveur » de Télésystèmes d'ici à la fin 79 sont les suivantes :

— CASEARCH 1977 — X (chimie)
— C.B.A.C. (chimie biologique)
— PASCAL (sciences physiques et techniques de l'ingénieur ; chimie pure et appliquée ; physique, chimie, cristallographie, sciences de la terre, sciences de la vie).
— CANCERNET (cancer)
— TITUS (textile)
— E.D.F. DOC (documentation d'Électricité de France)
— NORIANE (documents normatifs du secteur industriel)
— IALINE (industries agricoles et alimentaires ; aspects techniques, scientifiques et économiques)
— FRANCIS (Économie de l'énergie)
— BIPA (Banque d'informations politiques et d'actualités) constituée par :

ACROPOL : Conseils des ministres et chronologie politique.

BIBLIOS : publications de la documentation française.

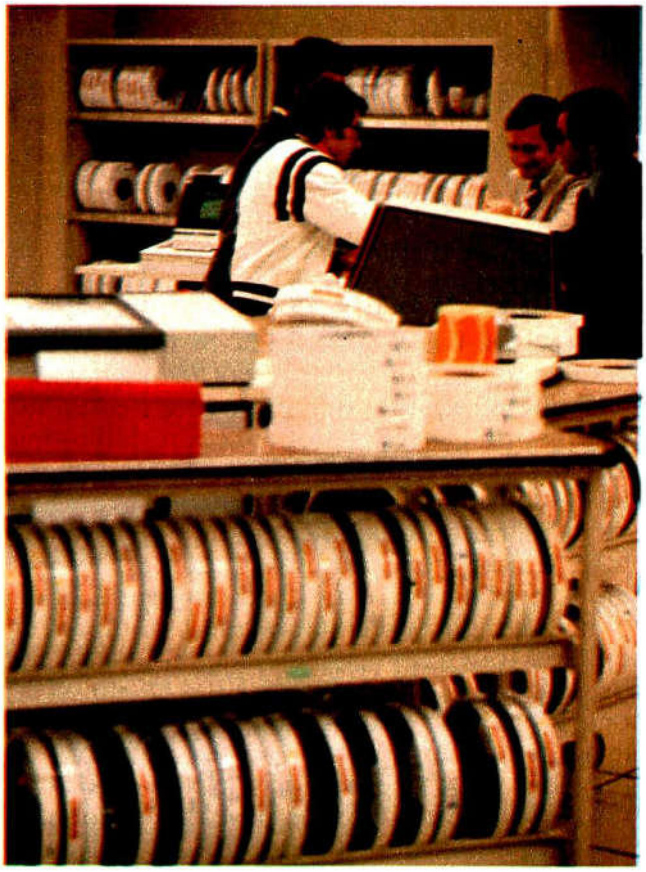
PAPYRUS : dossiers de presse.

ORATEUR : discours de personnalités politiques.

ICONOS : collection de photographies.

Cet ensemble sera prochainement complété par de nouveaux fichiers, dans les mêmes domaines ou dans d'autres. C'est d'ailleurs une

La documentation spécialisée de plus en plus volumineuse entraîne une importance croissante de l'utilisation des mémoires à disques magnétiques. D'un accès facile, grâce aux réseaux de transmissions de données, ces disques permettent de disposer rapidement d'une masse d'informations scientifiques ou techniques sur un même sujet.



Photos R. Poinot

des missions de ce type de systèmes que de rechercher ce qu'il convient d'appeler des « gisements d'informations ».

Ces nouveaux secteurs, que seront-ils ? Cela dépendra bien entendu des détenteurs des informations, mais aussi des besoins des utilisateurs. Le moyen terme verra se constituer des banques de données dans le domaine de la presse, dans le domaine juridique ou pour la mise en place de systèmes d'informations économiques ou commerciales.

LE « CATALOGUE COLLECTIF ». Outre la mise en place du « serveur », qui est en fait un nouveau service de télé-informatique dans les domaines de l'information et de la documentation, la politique de rattrapage de la France se développe sur plusieurs fronts.

Connaître toute la documentation scientifique ou technique existant sur un sujet et pouvoir en disposer facilement sont, par exemple, devenus des nécessités de premier ordre dans tout pays décidé à rester maître de son développement. Deux étapes fondamentales doivent auparavant être franchies. D'abord, posséder une vaste gamme de journaux scientifiques de haute tenue : ensuite, favoriser le dé-

veloppement de « serveurs privés », à l'image du centre serveur de Sophia-Antipolis.

En matière de journaux scientifiques, la France ne brille pas spécialement. Sur les 1 800 périodiques publiés chaque année en France, combien peuvent prétendre à un large taux de lecture ?

Une restructuration de ce secteur paraît indispensable aux pouvoirs publics. Des disparitions et des fusions sont inévitables.

Par le biais des subventions accordées à ces publications, l'État dispose, il est vrai, d'un outil très puissant et, selon Pierre Agrain, Secrétaire d'État à la Recherche, il faut s'attendre, après cette refonte, au maintien sur le marché de 500 revues environ seulement.

Mais si améliorer nos « supports » d'information est une bonne chose, il convient d'accélérer aussi la diffusion et l'accès à ces données. C'est la raison pour laquelle un grand centre national de documentation scientifique, rattaché à la Bibliothèque nationale, est en cours de création. Il s'agit de la réalisation d'un « catalogue collectif » pour les vingt plus grandes bibliothèques scientifiques et techniques.

Les bibliothèques scientifiques et techniques françaises souffrent en effet de divers maux et sont dès lors assez peu fréquentées et utilisées. Travaillant indépendamment les unes des autres, elles répètent chacune des opérations coûteuses de classement d'ouvrages et de périodiques et sont, semble-t-il, conçues d'abord pour la conservation des dits documents. Souvent suréquipées en personnel mais dotées d'un budget d'achat de livres et de journaux trop faible, elles n'utilisent que très rarement les nouvelles techniques informatiques. Ainsi, les bibliothèques s'étiolent lentement et se referment sur elles-mêmes. Leurs conditions d'accès, aussi, parviennent à décourager même les plus assoiffés de connaissances.

Il est significatif de constater que la bibliothèque d'information du centre Beaubourg, largement ouverte au public, draine en réalité un nombre considérable d'étudiants alors que sa vocation est toute autre. Seules quelques bibliothèques parisiennes ont encore la possibilité de maintenir leurs collections. Mais c'est au détriment de celles de province.

En réalité, grâce aux puissants systèmes d'information, l'acquisition d'une référence sur tel ou tel document prend aujourd'hui peu de temps (quelques minutes), mais celle du document lui-même peut exiger plusieurs semaines. C'est pour pallier à de telles carences qu'a été décidée la création de l'agence universitaire de documentation et d'information scientifique et technique baptisée, « catalogue collectif ». Un arrêté du Ministre des universités, paru au journal officiel du 14 octobre 1978, a donné corps à ce projet. La nouvelle agence, dont, comme nous l'avons vu, la gestion a été confiée à la Bibliothèque nationale, a pour mission de développer l'accessibilité à la documentation répartie entre les bibliothèques générales et spécialisées ; d'aider à la fabrication, l'acquisition, la location et l'utilisation de fichiers de références bibliographiques consultables automatiquement ; de favoriser la création et l'activité de banques de données.

Trois autres actions se trouvent simultanément en cours de réalisation :

— La première concerne la mise au point des modalités de fourniture des documents (prix, délais, etc.).

— La seconde s'attache à l'étude du problème du copyright.

— Enfin, la troisième a pour objet l'étude de l'éventuelle utilisation de supports tels que les vidéo-disques, pour transmettre l'information à ses utilisateurs.

Il faut ajouter à cet ensemble d'efforts, la mise en place de nombreuses banques de données dans différents domaines, ceux notamment des catalogues industriels, des normes et réglementations françaises et étrangères, des brevets et inventions cessibles, des marques, de la jurisprudence de propriété industrielle, des matériels et procédés relatifs à divers secteurs...

LES PROBLÈMES QUE POSENT LES BANQUES DE DONNÉES. Si l'intérêt des banques de données apparaît à l'évidence dans de multiples domaines, une remarque s'impose : la généralisation de ces installations dans des pays comme le nôtre est fortement liée au coût de leur développement.

L'évaluation de celui-ci est une tâche complexe. Comment, en effet, « mesurer » le prix d'une information extraite d'une banque de données en temps réel, alors que son introduction, son traitement, son stockage, sa vérification, etc., ont exigé des dizaines d'interventions humaines et techniques. Aussi, le problème de la tarification de l'accès à l'information est-il un des problèmes majeurs qui devront être résolus dans les prochaines années.

Citons, à titre indicatif, les prix relevés dans une étude de l'OCDE réalisée en 1973 auprès

ENSEMBLE DES BANQUES DE DONNÉES RASSEMBLÉES AU CENTRE-SERVEUR DE SOPHIA-ANTIPOLIS

Nom de la base de données	Domaines	Période couverte depuis	Nombre total de citations	Disponibilité
CASEARCH 1977 - X (Chemical abstracts service)	Chimie	1977	1 200 000	sept. 1979
CBAC	Chimie biologie	1965	400 000	juin 1979
PASCAL (CNRS)	Sciences physiques et techniques de l'ingénieur Chimie pure et appliquée Physique, chimie, cristallographie Sciences de la terre (en collaboration avec le B.R.G.M.) Sciences de la vie	1973	3 000 000	sept. 1979
CANCERNET (Institut Gustave-Roussy)	Cancer	1968	120 000	fin mai 1979
TITUS (Institut textile de France) Traitement de l'information textile universelle et sélective	Textile	1968	100 000	juin 1979
EDF-DOC Électricité de France, documentation	Fonds documentaire automatisé de l'Électricité de France	1972	170 000	juin 1979
NORIANE Normes : Information automatisée (AFNOR)	Documents normatifs du secteur industrie[1]	—	20 000 environ	oct. 1979
IALINE Base de données gérée par le C.D.I.U.P.A. (Centre de documentation des industries utilisatrices de produits agricoles)	Industries agricoles et alimentaires, aspect technique, scientifique et économique	1970	120 000	2e sem. 1979
FRANCIS Section de l'économie de l'énergie	Économie de l'énergie	1972	15 000	juin 1979
BIPA (Documentation française) Banque d'informations politiques et d'actualités				
ACROPOL	Conseils des ministres et chronologie politique	1974	16 000	fin mai 1979
BIBLIOS	Publications de la documentation française	1970	23 000	fin mai 1979
PAPYRUS	Dossiers de presse	1979	1 800	fin mai 1979
ORATEUR	Discours des personnalités politiques	1979	1 000	fin mai 1979
ICONOS	Collection de photographies	—	1 200	fin 1979

Roger Viollet

Avant le stockage électronique, les grandes bibliothèques furent les centres uniques de regroupement du savoir.

de 27 centres de documentation :
— coût d'un résumé : entre 1,5 et 7 dollars par document ;
— coût d'une recherche rétrospective : entre 27 et 380 dollars.

Ces deux exemples montrent nettement que le prix d'une information est un élément déterminant.

Un second aspect conditionne l'avenir des banques de données : il s'agit du secret et de la protection des libertés.

La confidentialité des informations stockées dans les banques de données est devenue une question à l'ordre du jour non seulement chez les spécialistes de l'information (tant dans le secteur privé que dans les administrations), mais également dans le grand public. Une enquête récente auprès du public français révélait que plus de 78 % des réponses étaient affirmatives en ce qui concerne la menace que l'ordinateur fait peser sur les libertés individuelles.

D'ores et déjà, de nombreuses banques de données, dans lesquelles des solutions ont été étudiées de manière approfondie, apportent une réponse à cette inquiétude.

C'est le cas de la banque de données anglaise sur les fonctionnaires, appelée PRISM (Personal Record Information System for Management). Elle contient les informations sur le niveau d'études, la rémunération, la position hiérarchique et la carrière d'environ 500 000 fonctionnaires. Elle peut être interrogée en temps réel, à partir de terminaux à écran, les informations étant mémorisées en traitement par lots par les centres de traitement des divers ministères. Le système est complété par les rapports annuels sur les états de service pour l'année écoulée. Le contenu de chaque fiche informatique peut être montré

COMMENT DÉFINIR UNE BANQUE DE DONNÉES

En première approximation, on peut dire qu'une banque de données est constituée par un ensemble de fichiers organisés selon une certaine structure. Ces fichiers renferment un grand nombre d'éléments d'information primaire ou *données*. Seules, les méthodes informatiques permettent aujourd'hui d'organiser et de traiter ces données sur des supports permettant de les mémoriser en vue de leur recherche à la demande.

Les systèmes de gestion capables de « donner vie » aux banques de données sont constitués d'un ensemble de programmes informatiques. Ces programmes permettent, en pratique, de construire, de modifier et d'interroger une banque de données.

On a tenté de donner des définitions plus précises, mais il faut remarquer que l'expression de « banques de données » est récente et recouvre encore des réalités parfois très différentes. Il n'est pas rare de voir certains spécialistes y associer des notions divergentes. On peut, au moins, relever la définition figurant à la fin du rapport Nora-Minc : *« Ensemble exhaustif, non redondant et structuré de données fiables et cohérentes, organisées indépendamment de leurs applications, accessibles en temps utile, facilement exploitables et satisfaisant à des normes de confidentialité ».*

Cette définition présente l'intérêt d'inclure des notions qualitatives. Elle exige toutefois certaines précisions. Et d'abord en ce qui concerne la finalité des banques de données. Il convient d'entendre que la mission essentielle d'un tel système consiste à recueillir et à analyser une masse d'informations disponibles pour les mettre à la disposition des responsables et les aider à prendre leurs décisions.

La notion de **données** mérite elle-même d'être précisée. Si l'on retient la définition proposée par l'AFNOR (Association Française de Normalisation), il s'agira *« d'un fait, d'une notion ou d'une instruction représentée sous une forme conventionnelle convenant à une communication, une interprétation ou un traitement soit par l'homme, soit par des moyens automatiques ».*

Quant à **l'information,** ce sera, toujours selon la même norme AFNOR, la signification que l'Homme attache à une ou à des données. Ainsi, on peut dire que *« hauteur 1 465 m »* est une donnée et que *« la hauteur du Puy-de-Dôme est de 1 465 m »* est une information.

A la question *« quelle est la hauteur* du *Puy-de-Dôme ? »*, un fichier informatique pourra apporter deux types de réponses. La première, fournie par les systèmes documentaires ou bases de données, est *« la hauteur du Puy-de-Dôme est donnée à la page 1499 du Larousse en trois volumes, édition 1968 ».* Bien que pertinente, cette réponse n'est qu'une référence bibliographique. La seconde réponse, fournie par une banque de données proprement dite, est celle déjà citée plus haut *« La hauteur du Puy-de-Dôme est de 1 465 m ».* Cette réponse complète permet de se livrer à des calculs et à des comparaisons plus ou moins complexes.

Si la « banque » en question renferme, par exemple, toutes les données sur les montagnes françaises, et ceci département par département, il est possible d'obtenir le classement de ces montagnes par altitudes décroissantes et par région géographique. Et l'on pourra connaître aussi les cinq plus hautes montagnes de France.

Insistons bien sur cette différence entre *bases* et *banques* de données. En règle générale, les premières permettent seulement de trouver rapidement, dans un index, la liste des ouvrages ou des références auxquels on doit se reporter pour trouver une réponse exhaustive à la question posée. Les banques de données, au contraire, fournissent une réponse complète, textuelle. Une banque de données juridiques fournira le texte même de l'article de loi recherché. Une base de données ne communiquera que le numéro de l'article de loi.

aux intéressés, les renseignements ne prêtant pas à discussion étant seuls mémorisés. A tout instant, chacun peut demander que les renseignements le concernant soient extraits de la banque de données pour vérification.

D'autres banques de données sont conçues de telle façon que l'accès en est protégé techniquement. C'est le cas de la banque de données développée par le centre économique du Ministère belge des affaires économiques et de l'énergie. Un badge spécial est indispensable à tout utilisateur qui veut entrer en communication avec la « banque ». Une succession de procédures informatiques et un mot de passe, régulièrement modifié, sont en outre nécessaires pour utiliser la banque de données. Si un utilisateur non identifié tente de violer le système, ce dernier se bloque au bout de deux tentatives de communication.

Si tout est imaginable techniquement pour protéger les données mémorisées dans l'ordinateur des utilisations abusives, il est indispensable que, juridiquement, tout soit fait pour qu'il en soit de même. Les premiers à s'être penchés sur le problème sont les Américains, dès 1964-1965. « The Computer and the Invasion of Privacy » est à cette époque publié par une commission du Congrès. En 1967, à l'initiative de John MacCarthy, une proposition du gouvernement portera le nom de « Rights to Privacy Act ». Enfin, le « Habeas Data » donne droit à tous les citoyens américains de connaître le contenu des fichiers le concernant et la possibilité en cas d'erreur d'y remédier par une procédure simple.

Le Canada et l'Australie établissent respectivement, en 1970 et 1971, le « Privacy Act » et le « Invasion of Privacy Act ». La Suède promulgue en 1972 une « Loi sur les données ». En Grande-Bretagne, dès 1969, une loi

GabrielParis
9050207
21.02.78
21097

sur la surveillance des données, la « Data Surveillance Bill », est instituée. En Allemagne, le Land de Hesse promulgue en 1970 une « Loi sur la protection des données ». En 1970 également en France, un projet de loi est déposé à l'Assemblée nationale sur le contrôle de l'enregistrement des données individuelles. En 1974, le Garde des Sceaux, à la demande du Premier Ministre, crée une commission « Informatique et libertés ». En octobre 1977, l'Assemblée nationale vote après un débat houleux, par 289 voix contre 176 (communistes et socialistes) le projet de loi « Informatique et libertés ».

L'AVENIR DES BANQUES DE DONNÉES. Ainsi, tout un ensemble de pays disposent de l'outil juridique indispensable qui devrait leur permettre de mener à bien le développement des banques de données. A n'en pas douter, ce développement devrait être considérable. Il est en effet l'une des voies essentielles qui s'offrent aux sociétés humaines pour résoudre le problème de l'explosion de l'information.

A l'avenir, l'essor des banques de données ne peut qu'être directement lié à celui des réseaux. C'est par des liaisons permettant une utilisation à distance et une mise en relation des systèmes entre eux que le potentiel technique et économique que représentent les banques de données trouvera sa pleine efficacité.

A cet égard, une étude portant sur dix-sept pays européens prévoit, en 1985, l'installation en Europe occidentale de 1 400 000 terminaux.

A cette époque, plus de 13 000 sociétés ou organismes européens utiliseront le réseau des PTT du vieux continent. D'après cette étude, le trafic devrait passer de 154 milliards d'éléments binaires par jour en 1972 à 1930 milliards en 1985.

En ce qui concerne, à proprement parler, les banques de données, les spécialistes estiment que leur développement devrait s'effectuer de telle façon qu'elles seront conçues non plus de manière verticale, mais également sur le plan horizontal, c'est-à-dire sur un plan géographique. Mais au-delà de cette évolution technique, ce sont les mentalités qui sont appelées à changer.

On peut citer à ce propos l'une des conclusions du rapport établi par une commission d'étude française sur les systèmes d'information existant en Scandinavie : *« Tout porte à penser que la constitution de banques de données inter-administratives ouvertes à tous les centres de décision constituera, dans les années qui viennent, un phénomène majeur appelé à modifier la structure des décisions de tous les décideurs, (administrations, collectivités locales, entreprises, syndicats, etc.) et par là même, le schéma général de l'économie d'une nation. A cet égard, l'accès de tous les agents économiques à l'information dont ils ont besoin et l'adoption d'une information quantitative unique et commune sont, sans aucun doute, les éléments fondamentaux pour la réduction des coûts et l'optimisation des décisions dans tout système économique ».*

Les progrès technologiques au niveau du matériel informatique joueront également un rôle très important dans le développement des banques de données.

L'accroissement du nombre de terminaux et de leurs performances aura une influence certaine. Mais le développement des banques de données est également conditionné par l'évolution de la technologie des mémoires, permettant de stocker un grand nombre d'informations et de les restituer rapidement.

Cette technologie est en constante et rapide évolution. Les capacités des mémoires annoncées par les laboratoires de recherche laissent en effet imaginer un développement fantastique. On peut noter par exemple, les performances citées à propos du prototype de mémoire holographique RCA (enregistrement des hologrammes dans le réseau atomique d'un cristal de niobate de lithium ou de baryum) qui permet d'enregistrer 1 000 milliards d'éléments binaires par centimètre carré de cristal !

Ajoutons à cela que le coût des mémoires « rapides » est comme, pour tous les éléments de micro-électronique, appelé à baisser fortement.

Le développement des banques de données réside aussi dans l'intégration de plusieurs banques ayant des points communs. Si l'on y associe la possibilité de réaliser des réponses graphiques, iconographiques et vocales, ces nouveaux systèmes d'information intégrés devraient permettre de planifier, organiser, rationaliser et orchestrer toute l'activité de notre société. En d'autres termes, les banques de données, après avoir été la « mémoire collective » de nos sociétés, seraient appelées à devenir « l'intelligence collective » de celles-ci !

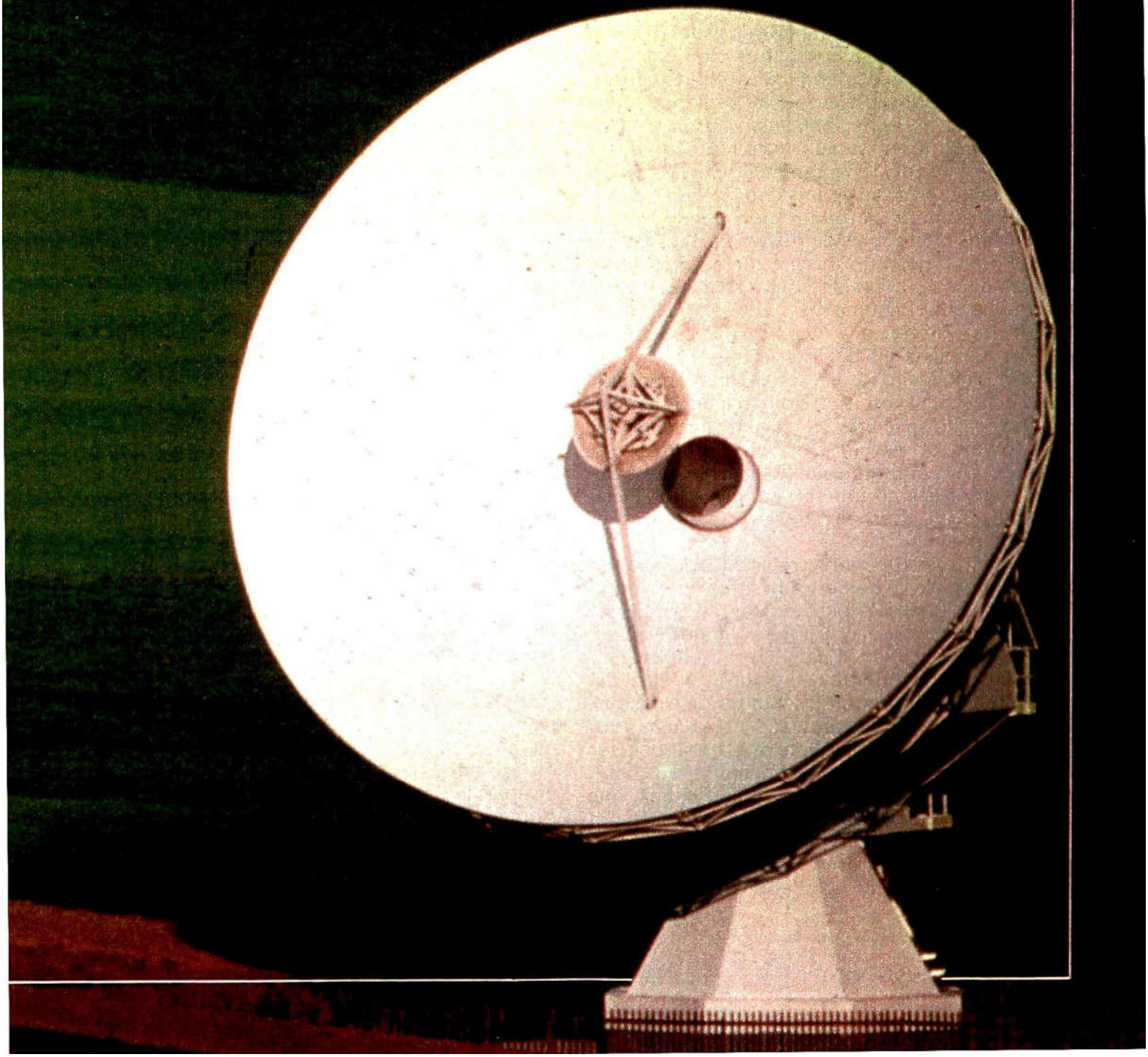
PHILIPPE MAUGER

LES TÉLÉCOMMUNI

Si Intelsat conserve le monopole des télécommunications spatiales intercontinentales, divers satellites spécialisés ont, depuis longtemps, rejoint sur l'orbite géosynchrome les engins lourds de l'organisation à

CATIONS SPATIALES

dominance américaine : satellites nationaux pour lesquels le Canada joua, à l'Ouest, un rôle de pionnier ; satellites régionaux à vocation expérimentale, comme OTS, du côté européen. Et ce n'était là qu'un début...



Le satellite Marisat, construit par Hughes, assure des liaisons entre les stations côtières et les navires en mer. Il est présenté ici en cours de mise au point dans une chambre anéchoïde.

Longtemps dévolu à la seule rivalité scientifique et de prestige soviéto-américaine, l'espace fait aujourd'hui l'objet d'une rivalité différente mais non moins âpre, industrielle et commerciale. Les satellites deviennent en effet indispensables dans de nombreux domaines : navigation maritime, veille météorologique, inventaire des ressources terrestres, et, ce qui nous intéresse particulièrement ici, transmissions téléphoniques et télévisuelles.

Compétition différente encore car, dans ce dernier domaine, de nouveaux compétiteurs sont venus rejoindre le champ de l'affrontement : l'Europe ou le Japon veulent leur part d'un marché dont les dimensions sont, par nature, mondiales et à croissance rapide.

L'importance des enjeux explique l'âpreté de la compétition. Ceux-ci ne sont pas seulement financiers. Ils sont aussi culturels, dans la mesure où, grâce aux techniques de diffusion directe, des programmes télévisés pourront être captés sans relais dans un pays étranger, avec pour corollaire juridique l'éclatement des monopoles de diffusion. Ils sont encore politiques, car l'absence de percées nationales dans ce domaine consacrerait la dépendance technologique des nations vis-à-vis de l'un ou l'autre des deux grands et, pour l'Europe, vis-à-vis des États-Unis.

On comprend ainsi les efforts consentis, collectivement ou individuellement, par les nations européennes et par le Japon pour concevoir et développer leurs propres systèmes. On comprend aussi l'intérêt que trouvent un certain nombre de pays du Tiers-Monde à vouloir disposer de satellites sous leur contrôle.

Cette nouvelle « guerre » de l'espace est d'autant plus vive que les besoins en communications, favorisés par les progrès rapides de la technologie, s'accroissent (1). Parallèlement à l'utilisation « classique » des satellites pour les liaisons téléphoniques, d'autres vont se développer grâce aux larges bandes de transmission d'informations numérisées : téléimpression, transmission de données à grande vitesse pour le dialogue entre ordinateurs, téléconférence ou visiophonie très coûteuse par voie terrestre... Toutes fonctions qui, au départ, ont été rendues possibles par l'apparition des satellites géostationnaires.

En orbite à 36 000 kilomètres d'altitude dans le plan de l'équateur, les satellites géostationnaires accompagnent la terre dans sa rotation et paraissent fixes par rapport à celle-ci. Ils suppriment donc le recours aux antennes mobiles qui, pour les satellites « à défilement », suivaient la trajectoire de l'engin dans le temps où il passait à leur portée. Ils permettent aussi de couvrir en permanence le même territoire, trois satellites seulement étant nécessaires pour desservir via des stations terrestres une tranche du globe comprise dans les mêmes latitudes.

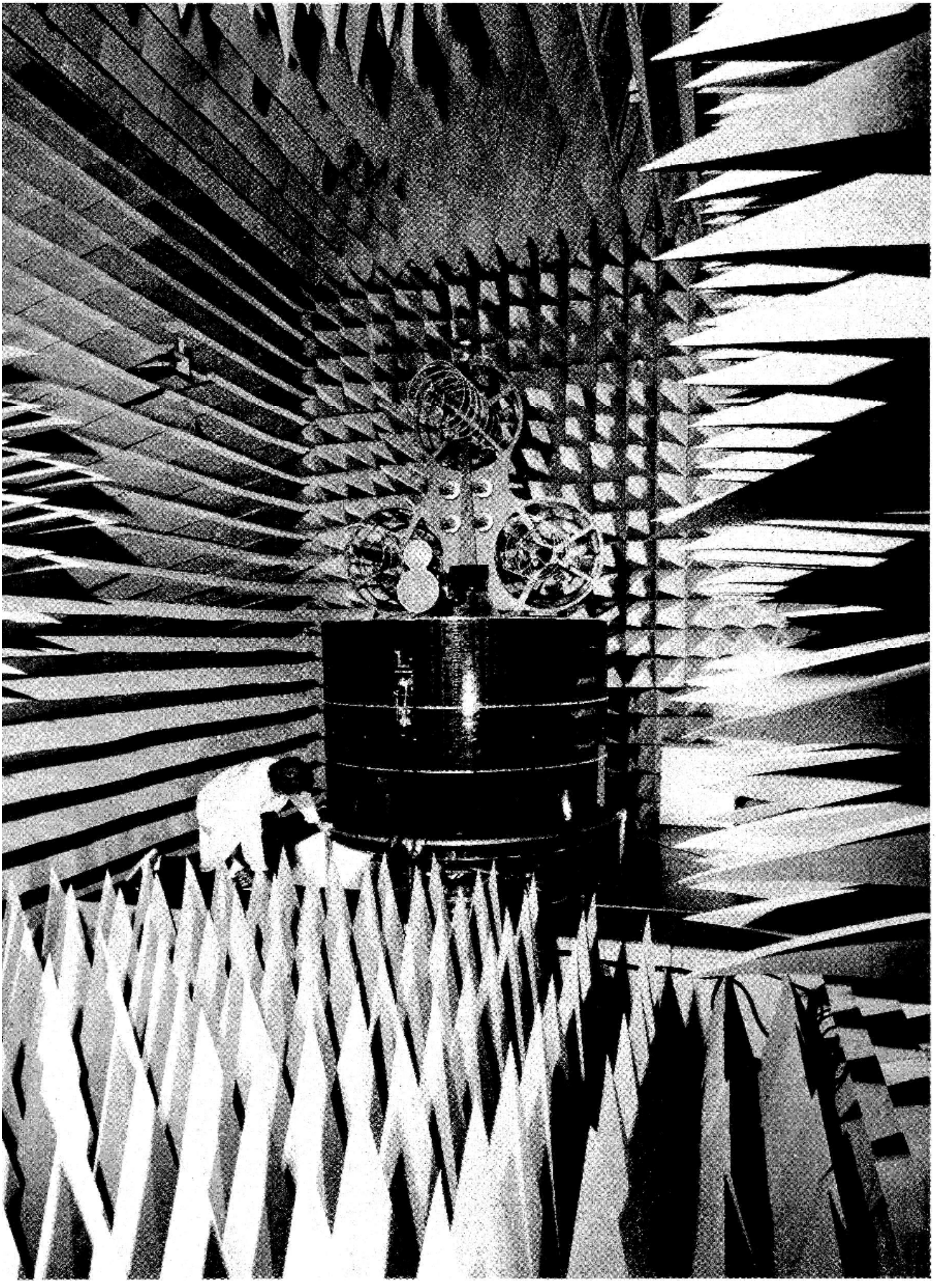
L'ORGANISATION INTELSAT. Le premier satellite géostationnaire fut Early Bird dont le lancement remonte à 1965. Premier satellite aussi à être géré par l'organisation Intelsat, créée la même année à l'initiative des États-Unis. Cette organisation mondiale, qui contrôle aujourd'hui un réseau de douze satellites, a pour vocation principale d'acheminer le trafic international. La prédominance américaine s'y marque dans le fait que la gestion du réseau est assurée par une société d'outre-Atlantique, la Comsat, que les satellites sont construits par des firmes américaines, et les lancements assurés jusqu'à nouvel ordre par des fusées américaines. Intelsat regroupe à l'heure actuelle 102 pays qui y adhèrent à deux niveaux : un niveau gouvernemental pour les buts généraux ; un niveau d'exploitation pour définir la participation de chaque pays au capital et l'utilisation qu'il veut faire du système.

Chaque membre détient ainsi une part d'investissement proportionnelle à l'importance de son recours aux satellites Intelsat (la part d'investissement minimum est de 0,05 %). Les recettes proviennent des redevances d'utilisation. Une fois déduites les dépenses d'exploitation, elles sont redistribuées aux pays membres au prorata de leur investissement et de la rémunération du capital. En 1978, elles ont atteint 175 millions de dollars.

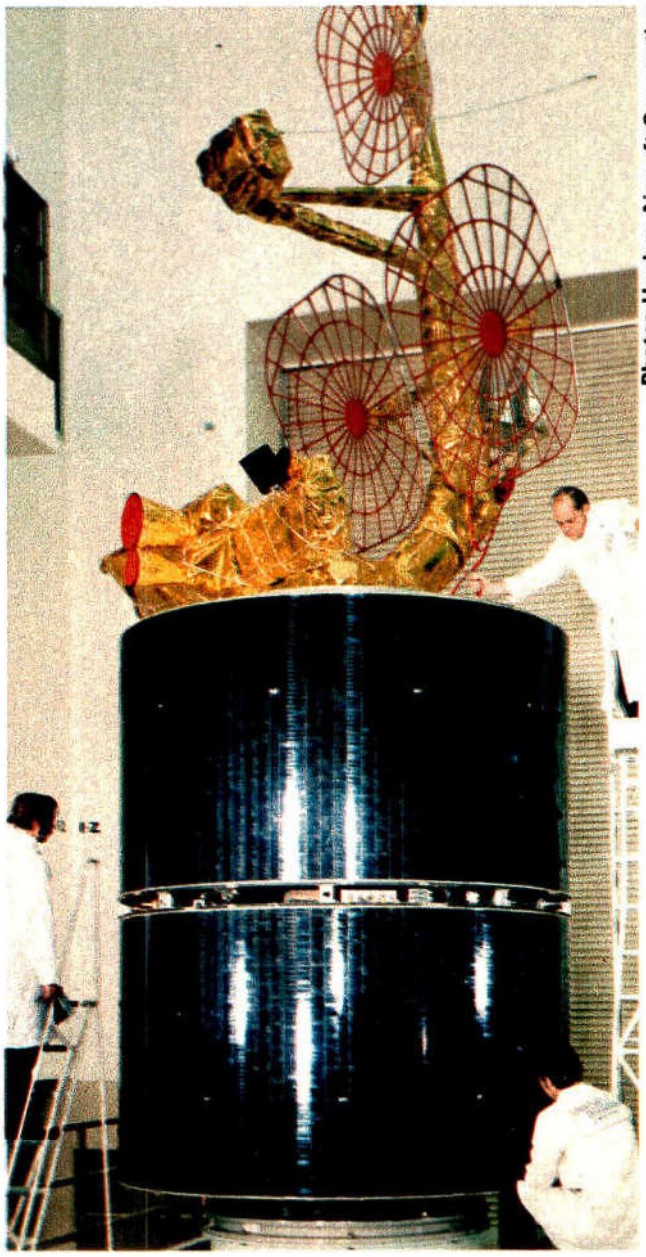
Bien que leur part dans le capital d'Intelsat décroisse au fur et à mesure que le nombre des membres augmente, les États-Unis avec 25 % du capital restent largement majoritaires. Suivis par la Grande-Bretagne (10 %) et par la France (5,4 %) qui utilise actuellement 1 900 circuits au départ de la métropole, auxquels s'ajoutent des circuits avec les départements et territoires d'outre-mer.

Dominant le marché mondial des télécommunications, Intelsat fait de larges bénéfices

(1) En particulier, à mesure que les coûts de transports, par suite de l'escalade des prix du pétrole, augmenteront.



L'Intelsat IV A (ci-dessous), constitue pour l'instant le plus évolué de la série des satellites de l'Organisation internationale du même nom. Ceux-ci ont à charge d'acheminer le trafic international. D'autres systèmes existent pour les trafics régionaux et nationaux. On trouve aussi des satellites privés aux États-Unis, tel Comstar (à droite).



Photos Hughes Aircraft Corporation

et cherche à conserver sa position de force en consacrant des dépenses considérables en recherche. Au cours des 10 dernières années, les sommes investies à cette fin se sont élevées à quelque quarante millions de dollars. Après quinze ans d'existence, Intelsat en est à sa quatrième génération de satellites et prépare la cinquième. Ses douze satellites en exploitation se distribuent comme suit : six au-dessus de l'Atlantique, dont trois du type Intelsat IV-A (l'un d'entre eux en secours) et trois Intelsat IV disponibles pour une exploitation limitée. Trois Intelsat IV et un Intelsat III au-dessus de l'océan Indien. Deux Intelsat IV au-dessus du Pacifique.

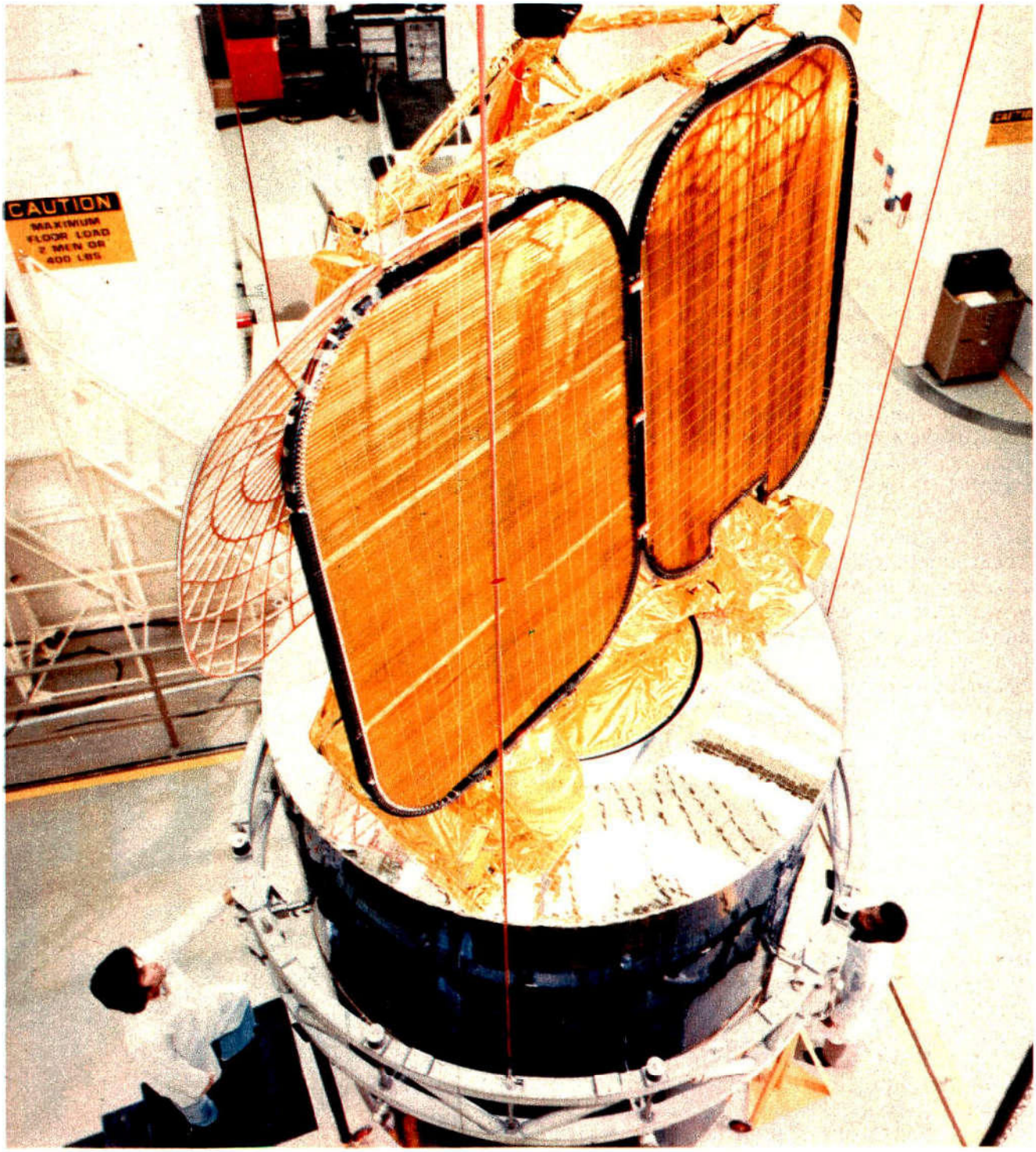
L'Intelsat IV offre une capacité moyenne de 4 000 circuits téléphoniques auxquels s'ajoutent deux canaux de télévision. Il est équipé de douze répéteurs, dispositifs électroniques destinés à réémettre vers la Terre, en changeant leur fréquence et en les réamplifiant, les signaux qui en proviennent très affaiblis par la distance. Plus puissant, l'Intelsat IV A comporte 20 répéteurs, ce qui lui assure une capacité totale de 6 000 circuits plus deux canaux de télévision. Quant à Intelsat V, dont les premiers lancements sont prévus à la fin de 1979, il possédera une capacité de 12 000 circuits téléphoniques et deux canaux de télévision couleur.

Intelsat offre aujourd'hui, à plein temps, plus de 20 000 circuits aux utilisateurs (soit plus de 10 000 appels téléphoniques simultanés). Mais les experts prévoient que, compte tenu des besoins mondiaux, cette capacité devrait être doublée dès la fin de 1980 et qu'en 1995, l'organisation serait amenée à acheminer simultanément environ 200 000 appels téléphoniques. Un objectif que, vu ses possibilités d'investissements, Intelsat reste bien placé pour atteindre en dépit des brèches qui s'ouvrent çà et là dans son monopole.

Les formes qu'elles prennent sont multiples : qu'il s'agisse de programmes nationaux (lesquels en théorie ne constituent pas une concurrence), de programmes régionaux, des projets de satellites commerciaux privés et des satellites de diffusion directe européens et japonais.

SATELLITES NATIONAUX ET RÉGIONAUX. Cette évolution a commencé au Canada avec le lancement en 1972 du premier satellite national de télécommunications Anik 1. Construit par Hughes et capable d'acheminer un programme de télévision en couleurs et plusieurs centaines de conversations téléphoniques, Anik 1 fut complété par le lancement d'Anik 2 en 1975 et d'Anik 3 en 1977.

Aux États-Unis, les satellites de télécommunications intérieures existant à l'heure actuelle ont résulté d'initiatives privées. C'est la Western Union Telegraph Company qui, en 1974, a ouvert la voie, en lançant à six mois d'intervalle deux Westar. Construits eux aussi par Hughes, ils assurent des transmissions téléphoniques, télévisuelles et de données sur toute la supérficie des États-Unis et Porto-Rico. Un an après, en 1975 et 1976, la firme RCA lance ses deux Satcom, chacun dispo-



DE MARISAT à MARECS

Le trafic maritime mondial a justifié la mise en place, en 1976, du système de satellites géostationnaires Marisat, destiné à améliorer les liaisons entre des stations côtières et les navires. Contrôlés par un consortium regroupant la Comsat, RCA, Western Union et ITT, les satellites sont au nombre de trois, au-dessus de l'Atlantique, du Pacifique, et de l'océan Indien. Les Marisat, construits par Hughes et opérant dans la bande 4-6 GHz, arrivent actuellement au terme de leur carrière.

A partir de 1980, les satellites européens Marecs, probablement au nombre de quatre, assureront la relève.

sant de 1 000 circuits téléphoniques, d'un canal de télévision en couleur et de capacités de transmission de données numériques, réseau qu'un troisième satellite va venir compléter à la fin de cette année. En 1976, ce fut le tour de la Comsat qui lança respectivement, en mai puis en juillet, Comstar I et Comstar II. Comstar III vint deux années plus tard, en juillet 78. Chacun des Comstar dispose de 14 000 circuits téléphoniques, loués à American Telegraph and Telephone et à la firme GTE.

Dans la foulée de ces entreprises, d'autres pays, particulièrement sous l'effet de contraintes géographiques, ont commencé à se doter de leur système propre. Telle l'Indonésie

avec Palapa. Conçu pour relier les quelque 3 000 îles qui constituent le territoire indonésien, Palapa I, lancé en juillet 1976, a bénéficié de l'expérience acquise par Hughes pour Anik I et Westar dont il dérive. L'engin dispose de 5 000 circuits téléphoniques et de possibilités de transmissions télévisuelles. Un deuxième satellite de la série fut par ailleurs lancé en mars 1977.

Plusieurs autres projets sont en cours, en Inde à travers Insat, en Australie, en Colombie, au Japon. En France à travers Télécom I et TDF I (1) (qui sera réalisé en collaboration avec l'Allemagne), programmes sur lesquels nous reviendrons.

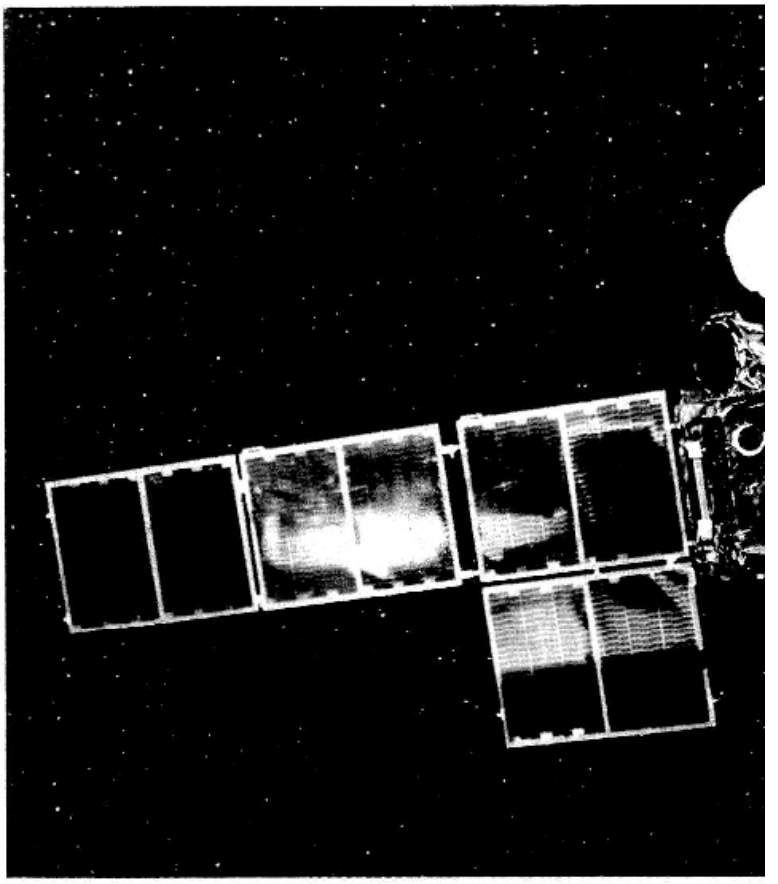
N'affectant pas le trafic international, ces projets ne constituent pas en principe une concurrence directe pour Intelsat. A noter néanmoins que l'organisation a, depuis quelques années, accordé des dérogations à un certain nombre de pays qui ont voulu louer des circuits et des répéteurs pour leurs besoins nationaux. Ces liaisons sont en principe assurées par les satellites de secours. Elles concernent à l'heure actuelle 13 pays, dont l'Espagne et l'Arabie Saoudite.

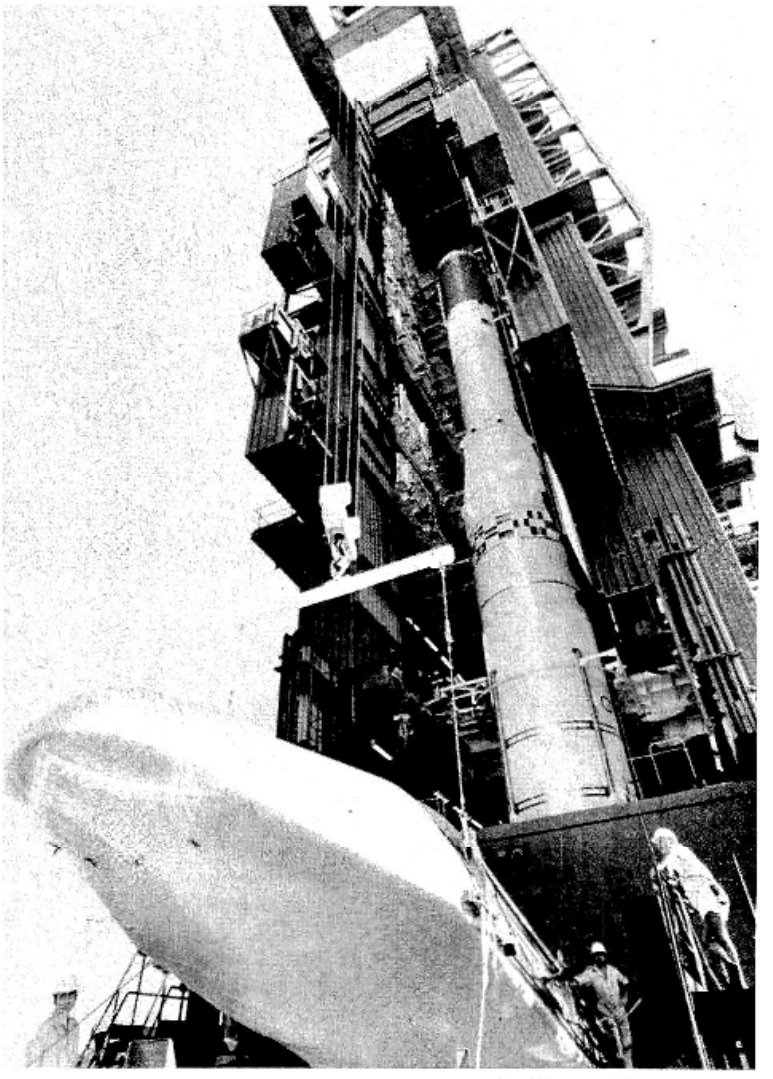
A côté de ces programmes nationaux, se développent des projets régionaux. Pour de multiples raisons, et souvent faute d'un territoire national suffisamment étendu, certains pays trouvent avantage à mettre en commun leurs efforts pour disposer d'un satellite. C'est le cas des Européens qui, après le lancement en décembre 1974 de l'engin franco-allemand Symphonie I, ont expérimenté OTS et préparent la série des ECS (European Communication Satellite). Formule qui intéresse aussi les nations andines, africaines et arabes, ces dernières avec le projet Arabsat, pour lequel est prévue la construction de 20 stations terrestres.

Dans tous ces cas, l'autorisation d'Intelsat est nécessaire. Elle n'est assurée que dans la mesure où l'utilisation des futurs satellites sera limitée aux communications entre les pays promoteurs. Compte tenu de ce droit de regard, la conservation du monopole des télécommunications internationales par l'Organisation ne semble pas être mise en cause.

Il faut cependant constater que cette prolifération de projets rend de plus en plus cruciaux les problèmes de partage de l'espace et des fréquences.

Le nombre des satellites géostationnaires en

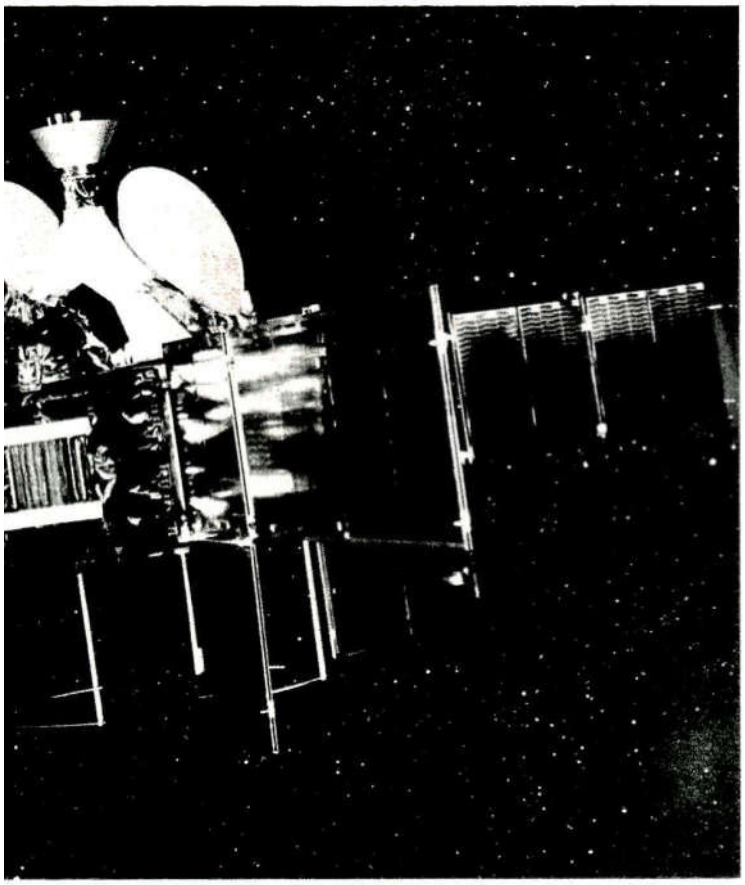




A. Nogues/Sygma

(1) *TDF I n'a pas encore fait l'objet d'une décision officielle.*

Photo CNET



Le lancement en 1974 du satellite franco-allemand Symphonie fut soumis à des conditions très restrictives de la part des États-Unis. Pour se dégager de la dépendance américaine, les Européens cherchèrent à se doter de leur propre lanceur : « Ariane » (en bas) dont le premier vol aura lieu en décembre 1979 et qui sera opérationnelle dans les années suivantes.

orbite ne peut en effet théoriquement dépasser la soixantaine. Et, dans cet ordre d'idées, un certain nombre de pays, telle la Colombie, ont déjà affirmé leurs droits sur un « territoire » spatial national. Une déclaration qui apparaît pour le moins difficile à concrétiser. Le problème des fréquences est le plus immédiat. En effet, les bandes de fréquences attribuées aux télécommunications par satellites sont relativement limitées. Elles se situent entre 4-6 GHz et 11-14 GHz. Si les dernières nécessitent des antennes de réception plus petites et ne sont encore utilisées qu'à titre expérimental, les premières ont l'avantage d'être beaucoup moins absorbées par la pluie mais risquent d'être très vite saturées.

Ces deux épineuses questions vont être examinées de septembre à novembre prochain à Genève dans le cadre d'une conférence internationale organisée par l'U.I.T. (1). Compte tenu de l'urgence d'une solution, particulièrement en matière de fréquences, il est probable que cette conférence aboutira à une nouvelle législation.

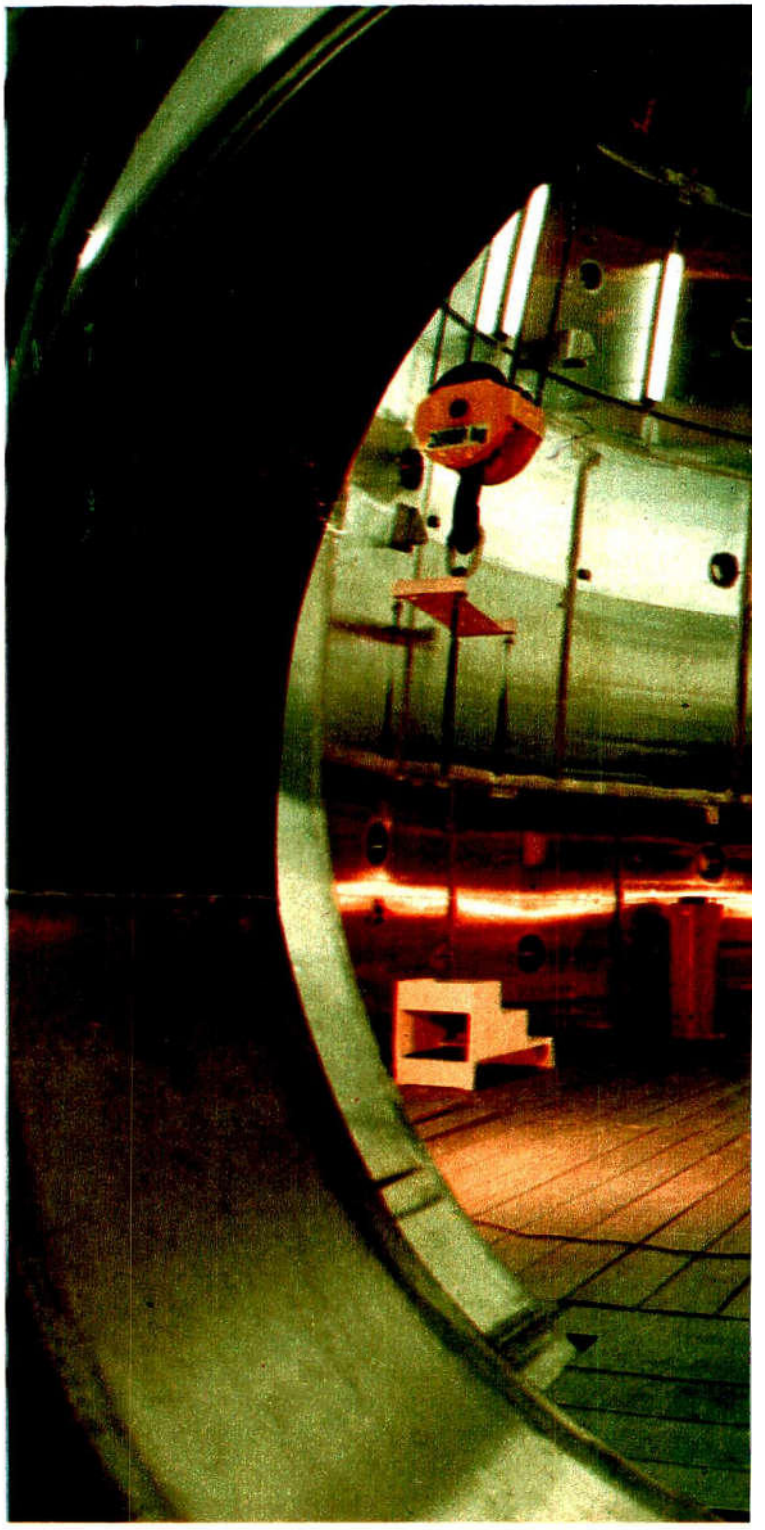
La prolifération aboutit aussi à renforcer la concurrence entre les divers promoteurs. Ce qui expliquerait peut-être pour une part, qu'en dépit des déclarations apaisantes du Gouverneur d'Intelsat pour la France, M. Grenier, pour lequel « ces projets ne causent pas un préjudice économique à l'organisation... son trafic augmentant de 25 % par an », les prix qu'elle propose pour la location de lignes téléphoniques soit appelés à une chute spectaculaire : de 5 330 dollars par an en 1965 à 700 dollars prévus pour 1983 ; des prix sur lesquels il faudra tant bien que mal s'aligner. D'autant que pour se libérer d'une dépendance technologique gênante vis-à-vis des États-Unis, certains pays ont dû réaliser des investissements considérables, notamment en ce qui concerne les lanceurs.

L'ESPACE « EUROPÉEN ». C'est le cas des Européens avec la fusée Ariane. A l'origine de ce projet, on trouve de manière explicite les clauses restrictives imposées par le gouvernement américain au lancement du satellite franco-allemand Symphonie. Clauses qui limitaient l'utilisation de l'engin à des fins scientifiques et expérimentales. La décision de mettre au point un lanceur lourd pour l'Europe remonte à juillet 73. Aujourd'hui, le programme d'essais au sol touche à sa fin (les essais moteurs du 3e étage de la fusée ont été effectués en mai dernier) et un premier tir expérimental est prévu pour le mois de décembre. L'avenir économique d'Ariane, opérationnelle au début des années 80, s'annonce pour l'instant sous de bons auspices. Ainsi, la fusée assurera le lancement en 1981 d'un des sept Intelsat V avec une option sur le suivant selon le degré d'avancement de la navette spatiale américaine (les quatre premiers Intelsat V étant lancés par des fusées Atlas-Centaur). Au début de la prochaine décennie, Ariane devrait en outre constituer une concurrence sérieuse aux lanceurs américains, notamment dans des projets comme Arabsat, pour une part conditionnés par les données politiques régionales.

Mais c'est d'abord au lancement des satellites européens ECS qu'elle sera dévolue. Ces derniers, dont la gestion sera assurée par un organisme récemment créé, Eutelsat, s'intégreront dans le réseau de communications à grande distance intra-européen pour la fourniture de services de téléphonie, télex, télévision et transmission de données. Il est prévu que dans un premier temps, deux ECS soient en orbite, l'un d'exploitation, l'autre de réserve. Ils pourront assurer le fonctionnement de 12 000 circuits téléphoniques simultanés et de deux canaux de télévision destinés au service Eurovision. Le lancement du premier ECS est envisagé pour 1981 et le second l'année suivante. Ils seront construits par le consortium

(1) *Union Internationale des Télécommunications, une émanation de l'ONU.*

Préparant les satellites européens ECS, prévus pour la décennie 80, le satellite OTS, vu ici au cours de ses essais, a été lancé en 1978 par l'Agence Spatiale Européenne. En bas, une antenne de réception à Pleumeur-Bodou.



Mesh, dont le chef de file est British Aerospace Dynamic Group et comprend des industriels de sept pays européens (France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Suède, Espagne, Grande-Bretagne). Trois autres satellites viendront par la suite, dont le contrat de fourniture est en cours de discussion.

Le programme ECS constituera l'aboutissement d'un programme expérimental OTS mis en route en 1972 par l'ESRO, l'organisation spatiale européenne devenue depuis l'ESA, European Space Agency. Ce programme qui avait conduit, dans les délais prévus, à la construction d'un premier satellite OTS 1, a connu quelques avatars : un lancement raté par une fusée américaine Thor-Delta, qui entraîna, en septembre 1977, la destruction complète de l'engin. Réalisé dans des temps records, un second satellite fut lancé en mai 1978 et donne aujourd'hui entière satisfaction. Il permet notamment d'étudier la transmission en bande de fréquences 11-14 GHz, qui sera utilisée sur les engins ECS.

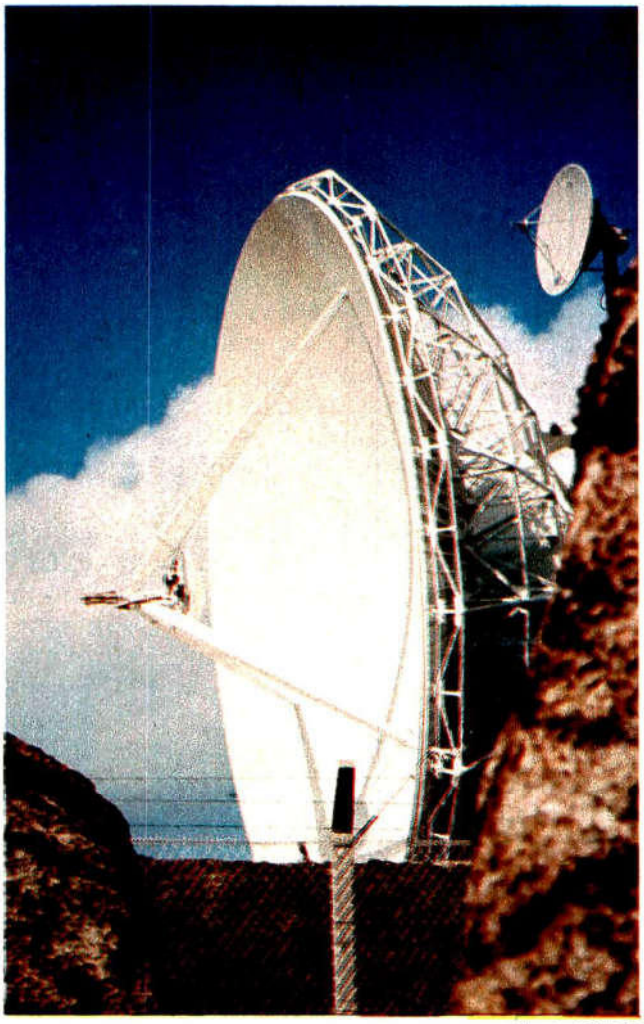
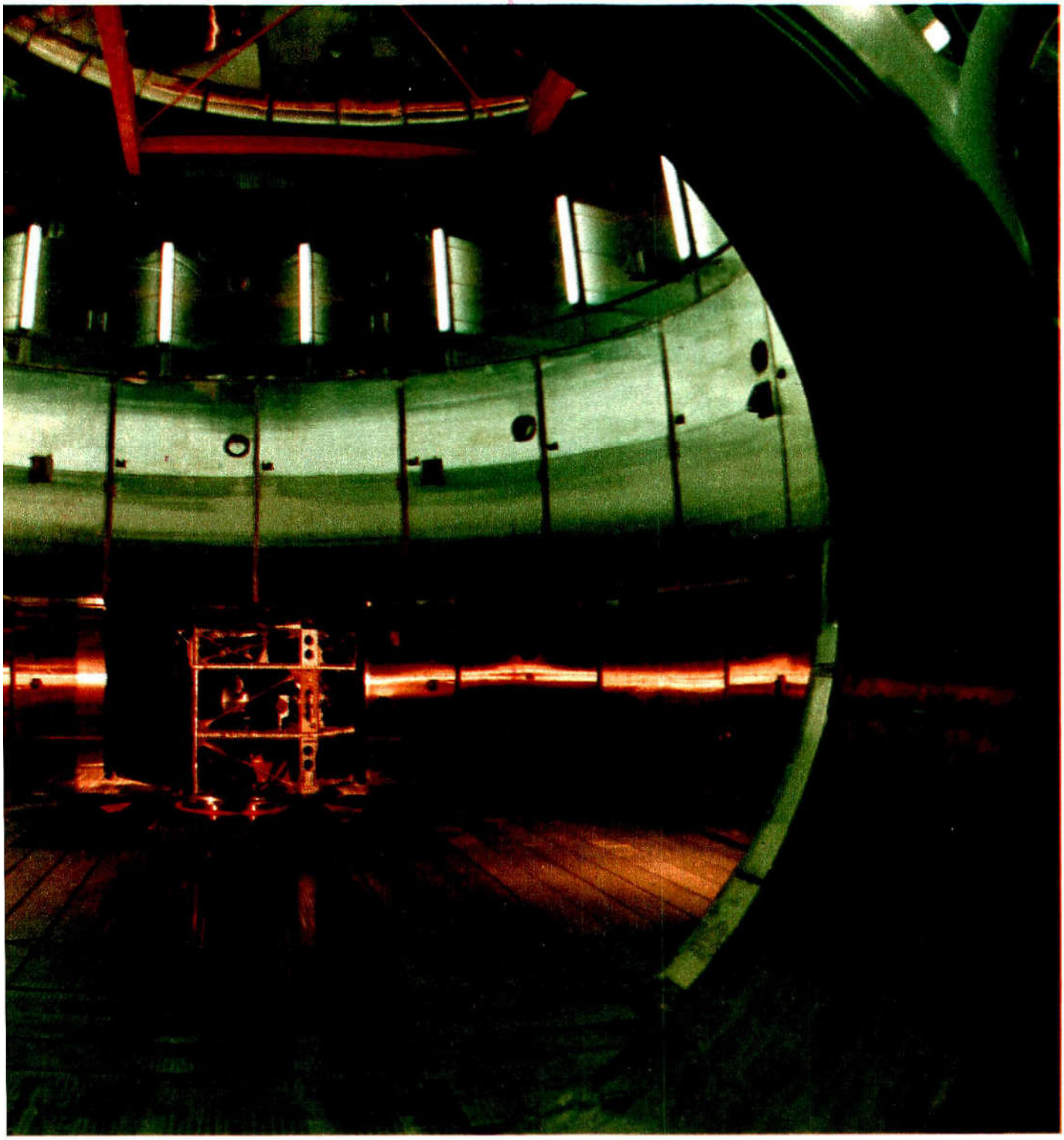


Photo CNET

Tout en étant partie prenante dans ces projets, la France a décidé de se lancer pour son propre compte dans l'aventure, en disposant à travers Télécom I d'un système national de télécommunications. Rappelons que dans divers secteurs de la branche spatiale, notre pays est déjà bien placé. C'est notamment le cas des stations terrestres conçues par la société Telspace (filiale Thomson-CGE), qui dispose d'une expérience importante et de nombreuses références internationales.

Télécom I, dont le consortium de fabrica-

Photo ESA

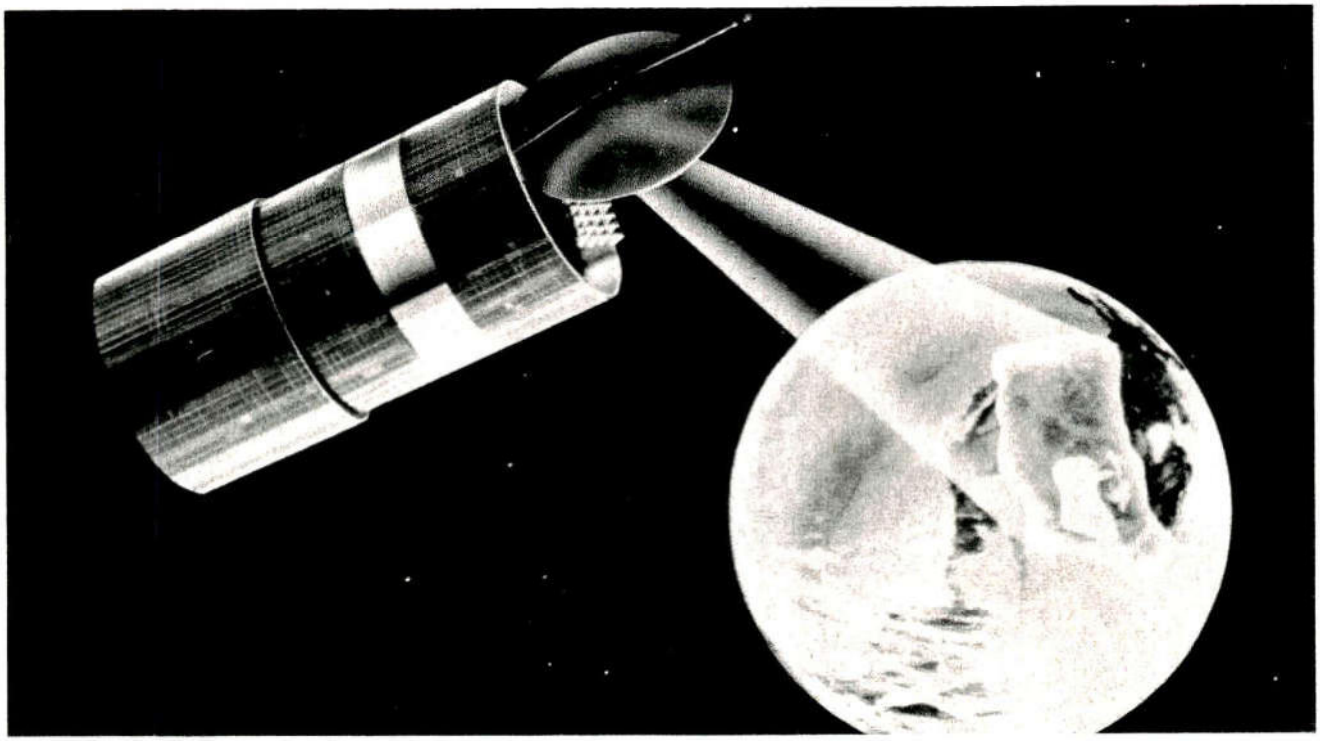


tion n'a pas été choisi à l'heure où nous mettons sous presse (1), devrait disposer de 12 répéteurs dont la moitié seront en 4-6 GHz. Devant être mis sur orbite vers 1983, Télécom I serait suivi à quelques mois d'intervalle d'un deuxième satellite, l'ensemble du programme revenant à 1,5 milliard de francs financés par des fonds publics.

Deux des six répéteurs mentionnés plus haut serviront au réseau militaire, les autres étant soit utilisés pour les communications avec les DOM-TOM, soit loués à des pays d'Afrique francophone pour leurs besoins nationaux. Fonctionnant en fréquences 11-14 GHz, les six autres répéteurs serviront à la couverture du territoire français pour des applications assez sophistiquées, notamment les transmissions de données inter-entreprises, l'interrogation et le transfert de fichiers de banques de données et la transmission en fac-similé de journaux. En outre, certains circuits seraient éventuellement loués à nos voisins d'outre-Rhin, ce qui fait actuellement l'objet de négociations.

(1) 2 firmes sont en concurrence, Matra et l'Aérospatiale, avec de sérieuses chances pour la première.

Photo Hughes



IBM ENTRE DANS LA DANSE. Télécom I se veut en partie un concurrent de SBS (Satellite Business System), le satellite inter-entreprises d'IBM. Ce dernier, fonctionnant dans la bande de fréquence 12-14 GHz, assurera la transmission très rapide de données multiples. L'idée remonte à 1974, où une étude de marché fut réalisée en vue de définir les diverses utilisations d'un satellite d'affaires et le nombre de clients potentiels. Le projet qui en a résulté, déposé sur le bureau de la Commission fédérale des communications, est techniquement très élaboré.

Le système fonctionnera selon deux moyens : via des stations terrestres de type classique (375 sont prévues) et en diffusion directe, avec réception assurée par des antennes sur toit.

SBS, qui sera lancé au début des années 80, couvrira l'ensemble du territoire national, assurant la transmission d'appels téléphoniques, de téléconférences, de télécopies, et de données informatiques. Le système sera entièrement mémorisé grâce à un logiciel conçu par IBM, le TDMA (Time division multiplexes access). La vitesse de transmission, 6 300 000 bits/s, sera considérable, comparée à celle d'une ligne téléphonique, 9 600 bits/s.

Subsiste néanmoins un certain nombre d'obstacles. Le premier est juridique. En effet, la cour d'appel du district fédéral de Washington n'ayant pas encore formulé un avis définitif, l'autorisation de la Commission fédérale des communications peut encore être suspendue. Les compagnies de téléphone, ATT en tête, ne voient, en effet, pas d'un bon œil l'arrivée de SBS sur le marché. En juillet dernier, ATT comptait réagir en utilisant un de ses satellites Comstar pour exploiter des lignes inter-entreprises.

Le second obstacle est technologique. Jusqu'à maintenant, aucun satellite en service ne permet des vitesses de transmission aussi élevées. Or, aux fréquences 11-14 GHz, en cas de fortes pluies, les communications risquent d'être très perturbées. Un risque que réfutent les responsables du projet, arguant qu'un système de renvoi à la station émettrice est prévu en cas de non transmission.

Troisième obstacle, économique celui-là. Il

ET LES PAYS DE L'EST ?

Si l'URSS et la Chine utilisent Intelsat, grâce à des stations terrestres (il y en a 3 en Chine), ces pays ne font pas partie de l'organisation. Pour l'instant l'URSS possède un réseau de satellites de télécommunications, les Molniya, qui ne sont pas géostationnaires. Le premier Molniya a été mis en orbite en 1965. Trois versions ont depuis été élaborées, la dernière, Molniya 3, étant conçue comme relais de télévision en couleur. Au total plus de 60 Molniyas ont été lancés.

Les Soviétiques travaillent aussi à l'heure actuelle à la réalisation du programme « Statsionar » concrétisé par le lancement de quatre satellites géostationnaires (1975, 76, 77, 78). Aux yeux des experts de l'U.I.T., le programme soviétique apparaît comme un concurrent d'Intelsat. Un des « Statsionar » est en effet prévu pour couvrir une zone comparable à celle des Intelsat IV sur l'Atlantique. Un autre sera mis en position sur l'océan Indien.

Quant à la Chine, elle est à l'heure actuelle en quête de technologies pour monter son propre réseau. Différents pays sont des fournisseurs potentiels, les États-Unis et la R.F.A. en particulier.

SBS, le satellite inter-entreprises d'IBM, couvrira l'ensemble du territoire américain. Il assurera, à des vitesses très élevées, la transmission de données informatiques ainsi que d'autres services évolués. La réception pourra se faire grâce à des antennes installées sur les toits, analogues à celle présentée en bas à droite.

n'est pas évident que beaucoup d'entreprises aient besoin de transmettre un tel flot d'informations. Le marché américain est-il suffisant ? A terme, il est probable qu'IBM, fort du service qu'il sera capable d'offrir, s'étendra sur d'autres continents. Rendant des services parallèles tout en étant plus performant, il constituerait ainsi une sérieuse « épine dans le pied » des projets européens.

Il est vrai que SBS sera lui-même concurrencé aux États-Unis par le programme Xten de Xerox, le n° 1 de la reprographie mondiale. Lancé dans les mêmes années 80, ce satellite, tout en n'offrant pas les possibilités de téléconférence de SBS, viserait un marché plus large en donnant à la clientèle l'accès à des services moins coûteux. La transmission se ferait par le relais de stations terrestres (situées dans deux cents villes américaines), elles-mêmes reliées aux centres d'utilisation finale par faisceaux hertziens.

LA TÉLÉDIFFUSION DIRECTE. Tous ces programmes sont pour l'essentiel destinés aux grandes organisations. Il n'en va pas de même des satellites de télédiffusion directe dont l'impact sur le public sera beaucoup plus important. Encore aujourd'hui à l'état de projets, ils pourront distribuer au-delà des frontières nationales des programmes de télévision et de radio en modulation de fréquence. Il en résultera d'abord de sérieuses difficultés pour les monopoles étatiques de diffusion partout où ils existent. La télévision pourra d'autre part être reçue partout grâce à la disparition de ces zones d'ombre qui interdisent toujours à un million de Français de capter les émissions.

La diffusion pourra se faire selon deux voies, soit en envoyant les émissions sur des stations terrestres locales qui les distribueront au public par l'intermédiaire de câbles. Ce relais permettrait d'ailleurs de contrôler les émissions et éventuellement d'ajouter des messages publicitaires ou des commentaires. Soit, par diffusion directe vraie, au moyen d'antennes de réception individuelle de petit diamètre situées sur chaque immeuble ou maison. Ce dernier système entrainera une modification des récepteurs, les téléviseurs français étant actuellement sous modulation d'amplitude, alors que la diffusion par satellite s'effectuera en modulation de fréquence.

L'étude de la diffusion directe est particulièrement poursuivie au Japon, pays qui entend bien rester leader dans l'électronique grand public. Depuis 1978, ce pays exploite BS1, un satellite expérimental qui retransmet des émissions couleur dans les nombreuses îles japonaises. Mais un programme très ambitieux étalé sur 20 ans a été établi. Il commencera en 1983 avec le lancement d'un premier satellite opérationnel, grâce à un vecteur de construction nationale.

Parmi les autres projets, on peut citer Nord Sat, réalisé en commun par les pays nordiques, ou encore TDF1 pour la France et TV SAT pour l'Allemagne.

TDF1 devrait permettre la retransmission de trois chaînes de télévision, auxquelles viendrait s'adjoindre une quatrième. Il couvrira non seulement le territoire national, mais permettra de toucher 100 millions de téléspectateurs européens. Il devrait être lancé en 1983.

Disposant d'un projet semblable, TV SAT, l'Allemagne a été sollicitée par la France pour participer au projet TDF. Le satellite allemand intéresse en particulier la Chine. Au terme de discussions au plus haut niveau, l'Allemagne et la France sont finalement parvenues à un accord au mois de juin dont les modalités concrètes restent en cours d'élaboration. Il semble exclu toutefois qu'on observe une fusion complète des deux projets.

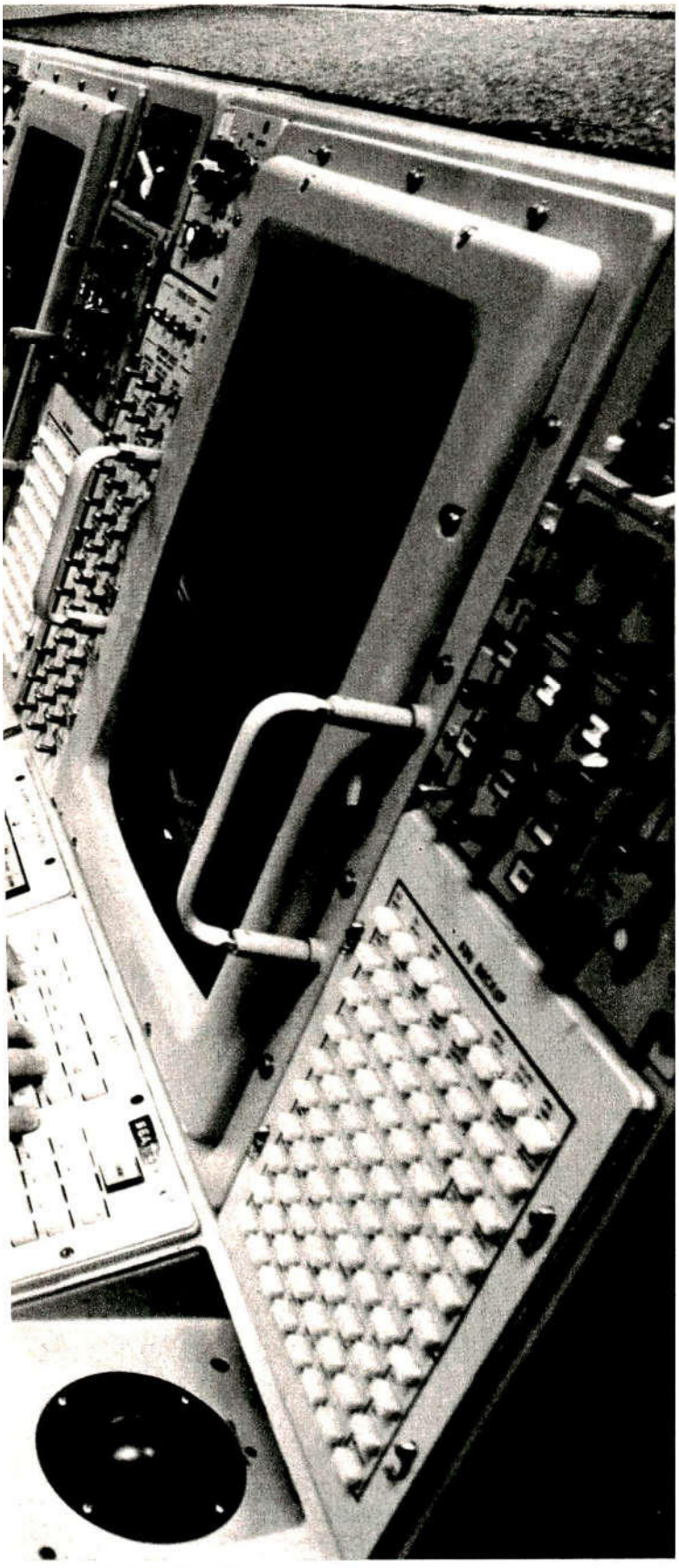
FLORENCE CHARDIN

Photo Comsat

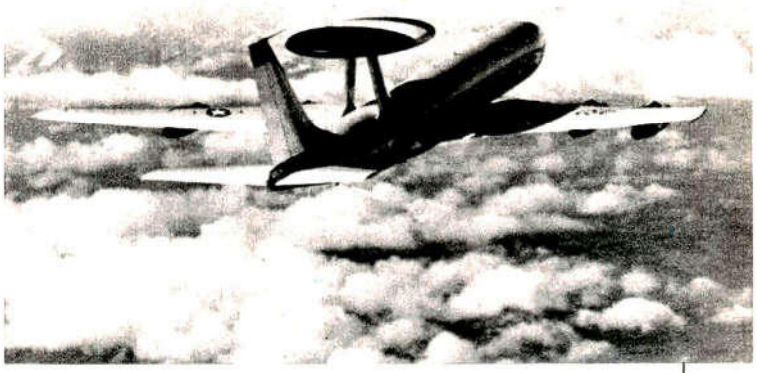
LES COMMUNICATIONS

En vol, le Boeing 707 AWACS de l'US Air Force est, grâce à des systèmes informatisés, capable de stocker, traiter

MILITAIRES



t transmettre des données à des bases au sol.



Pour assurer le commandement de leurs forces à l'échelle du globe, les grandes puissances ont été amenées à concevoir des réseaux de télécommunications spécialisés. Ceux-ci peuvent mettre en œuvre des satellites et (pour les sous-marins stratégiques) des émetteurs très basse fréquence à longue portée. Aux échelons nationaux et du champ de bataille, les efforts ne sont pas moindres pour garantir en toutes circonstances des liaisons multilatérales.

Dès le temps de paix, un réseau complexe, dense, entrecroisé, de télécommunications militaires enserre le monde. L'information circule en tous sens ; à la surface de la terre, dans l'espace grâce aux satellites, et même sous l'eau vers les sous-marins nucléaires. Tous ces réseaux « en uniforme » ressemblent aux réseaux civils dont ils empruntent parfois les voies ; ils en sont cependant la plupart du temps distincts pour des raisons de permanence, d'indépendance, de secret (ou les trois à la fois).

En temps de crise, au gigantesque filet déjà en place s'ajoutent, sur le terrain, des systèmes de transmission tactiques le plus souvent automatisés, informatisés, qui jouent à la vitesse de la lumière le rôle des estafettes de la première guerre mondiale et tentent de transmettre leurs messages au travers des multiples contre-mesures de l'adversaire. Une petite guerre des ondes dont chacun sort tour à tour vainqueur et vaincu.

LES GRANDS RÉSEAUX MONDIAUX. Pour assurer le contrôle et le commandement de leurs forces stratégiques nucléaires et connaître à tout instant la situation de leurs forces conventionnelles à travers le monde, les grandes puissances ont été conduites à mettre en place des réseaux de té-

En cours de plongée, ce sous-marin nucléaire stratégique américain reste en communication permanente avec l'état-major grâce aux émissions très basses fréquences ELF, type de liaisons dont les performances sont néanmoins limitées.

lécommunications spécialisés à l'échelle du globe. C'est le cas des États-Unis, de l'URSS et, à moindre degré, de la Grande-Bretagne et de la France. La plupart de ces réseaux reposent sur l'emploi de satellites, d'une part, et sur celui d'émetteurs à très basse fréquence (VLF, Very Low Frequency) d'autre part. Ces deux techniques sont complémentaires.

Dans la première catégorie, l'US Air Force a commencé à déployer un réseau à base de satellites baptisé AFSATCOM. Son objectif principal est de donner aux autorités fédérales un moyen rapide et sûr de contrôler les forces nucléaires dépendant de l'USAF grâce à une série de satellites utilisant la bande UHF (ultra high frequency) et capables de transmettre à un rythme permettant l'impression de 100 mots par minute sur téléscripteur.

Le segment spatial du réseau AFSATCOM consiste en une série de répondeurs spéciaux placés à bord de satellites hôtes, choisis par le Département de la défense sur des orbites équatoriales, polaires et autres. En effet, le réseau AFSATCOM ne possède pas de satellites propres, mais utilise d'autres systèmes spatiaux militaires, notamment celui de la marine, FLEETSATCOM, qui lui attribue sept canaux de 5 kHz protégés contre le brouillage. Il utilisera également les satellites Navstar, GPS de navigation et DSCS III (Defense Satellite Communication System). Un nombre important de satellites militaires seront dotés de répondeurs dont certains resteront en secours, pour assurer « la redondance nécessaire à une continuité minimale des transmissions en cas d'attaque physique », car la technique d'interception des satellites est maintenant bien rodée.

Les bombardiers B-52 et FB-111, les Boeing 747 transformés en postes de commandement volants (rebaptisés E-4B par l'USAF), les Boeing 707 de reconnaissance électronique et de support (EC/RC-135) et les centres de commandement des sites de lancement des missiles « Minuteman » intercontinentaux, seront dotés de terminaux AFSATCOM. Tout se passera par écrit, même à bord des B-52 où les messages seront reçus sur une petite imprimante et transmis via un clavier à touches.

AFSATCOM, dont la réalisation a été confiée à trois géants de l'électronique : Rockwell International, Hughes et TRW, ne sera complet que dans deux ou trois ans, mais ce n'est pas l'étape ultime. Déjà, les forces aériennes américaines songent à le faire évoluer vers un système dit SSS (Strategic Satellite System) notablement plus résistant aux contre-mesures et à une attaque directe.

Il y a trois ans, les États-Unis ont lancé deux satellites baptisés Lincoln Experimental Satellites (LED 8 et 9) afin de tester un certain nombre de technologies utilisables militairement. Il s'agissait, par exemple, d'essayer des générateurs thermoélectriques à isotope radioactif pour diminuer la vulnérabilité des satellites en éliminant les vastes panneaux solaires qui amplifient leur écho radar. LED 8 et 9 ont également servi à expérimenter de nouveaux systèmes gyroscopiques, capables de rendre la stabilisation du satellite indépendante des capteurs habituels, qui sont sensibles aux effets d'une explosion nucléaire. Ils avaient aussi à leur bord des dispositifs de contre-mesures actives.

En dépit de la relative vulnérabilité des satellites, ce sont les relais terrestres qui, de loin, représentent les points les plus faibles des réseaux de type AFSATCOM. Parmi les premières effectuées par LED 8 et 9, la démonstration d'échanges directs de satellite à satellite et de liaisons avec les B-52 en vol sans l'emploi de relais au sol, a donc été ressentie comme une voie intéressante ouverte pour la fin des années 80. Un système conçu sur cette base pourrait, selon les experts du Pentagone, maintenir les liaisons pendant et après une attaque nucléaire.

Parmi les autres réseaux stratégiques américains, le système FLEETSATCOM est l'un des plus récemment mis en service. Le lancement du premier satellite remonte à février 1978. Il est destiné à assurer les télécommunications hautement prioritaires de la marine, de la force aérienne, du Strategic Air Command, et de la Maison Blanche.

La description d'un satellite FLEETSATCOM donne une assez bonne idée des caractéristiques des satellites militaires. Construit par TRW, il a une masse sur orbite de 985 kg (il en fait 1 875 au lancement). Il est de forme hexagonale, avec un diamètre de 2,45 m et une hauteur de 1,25 m. Ce satellite, qui est stabilisé sur les trois axes, doit fournir une puissance électrique de 1 200 W jusqu'au bout des cinq années prévues pour sa durée de vie.

Sa capacité est d'environ 30 canaux phoniques et 12 canaux pour les télécommunications par télétype. Il est doté de deux antennes fonctionnant en UHF : l'une parabolique et

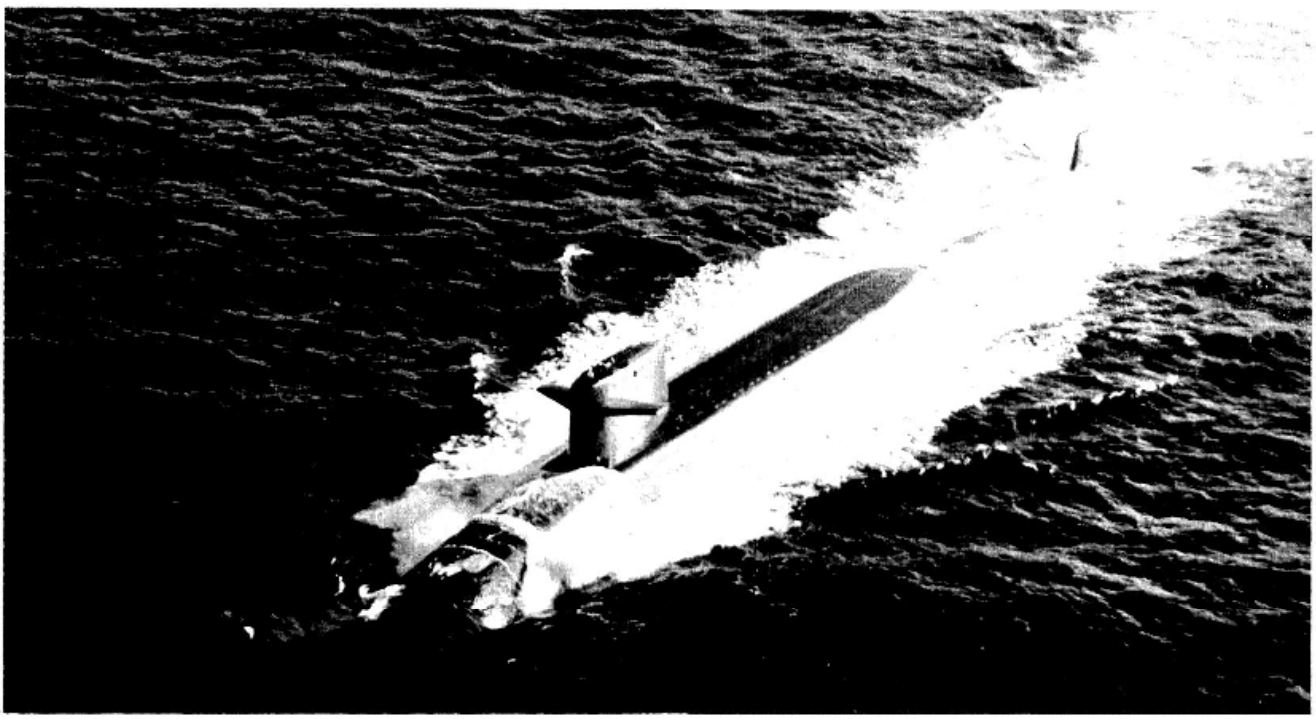


photo U.S. Navy

déployable de 4,90 m de diamètre ; l'autre hélicoïdale, utilisée pour la réception. La réalisation de ces antennes particulièrement délicates a provoqué un retard d'ensemble du programme, contraignant la marine américaine à louer momentanément des circuits sur les trois satellites civils Marisat, mis sur orbite en 1976.

LA DEUXIÈME GÉNÉRATION. Compte tenu de la nécessité d'une coordination interarmées et du coût des réseaux stratégiques, le Pentagone a créé, il y a bientôt vingt ans, le Defense Communication System (DCS). Il résultait de la fusion des systèmes en développement par la marine, la force aérienne et l'armée de terre.

Plusieurs réseaux furent ainsi mis en place, répondant à des besoins différents mais communs à toutes les forces : l'Autovon, un réseau téléphonique mondial, l'Autodin, un réseau de transmission de données et de liaisons phoniques, et l'Autosevocom, également phonique. Ces réseaux sont aujourd'hui inadaptés à leurs tâches et une deuxième génération est en cours de déploiement. Les nouveaux systèmes se caractérisent par une numérisation des transmissions et l'apparition de services tels que les liaisons directes d'ordinateur à ordinateur.

Le plus spectaculaire dans cette nouvelle génération de systèmes est sans doute le DSCS III (Defense Satellite Communication System). Le premier des satellites de cette série doit être lancé prochainement. Le but du Département de la défense est de disposer de quatre satellites en orbite géosynchrone et de deux satellites de secours.

Les gains apportés par DSCS III sont, selon les experts américains, très importants. Par rapport aux satellites de la première génération, ils auront une durée de vie double et une capacité triple. Naturellement ils seront, à fonctions égales, moins chers. Mais c'est probablement dans le domaine de la résistance aux contre-mesures que les progrès les plus étonnants ont été accomplis. On estime que cette nouvelle génération est cent fois plus résistante au brouillage que la précédente. Ceci résulte, en grande partie, de l'utilisation d'antennes à faisceaux multiples.

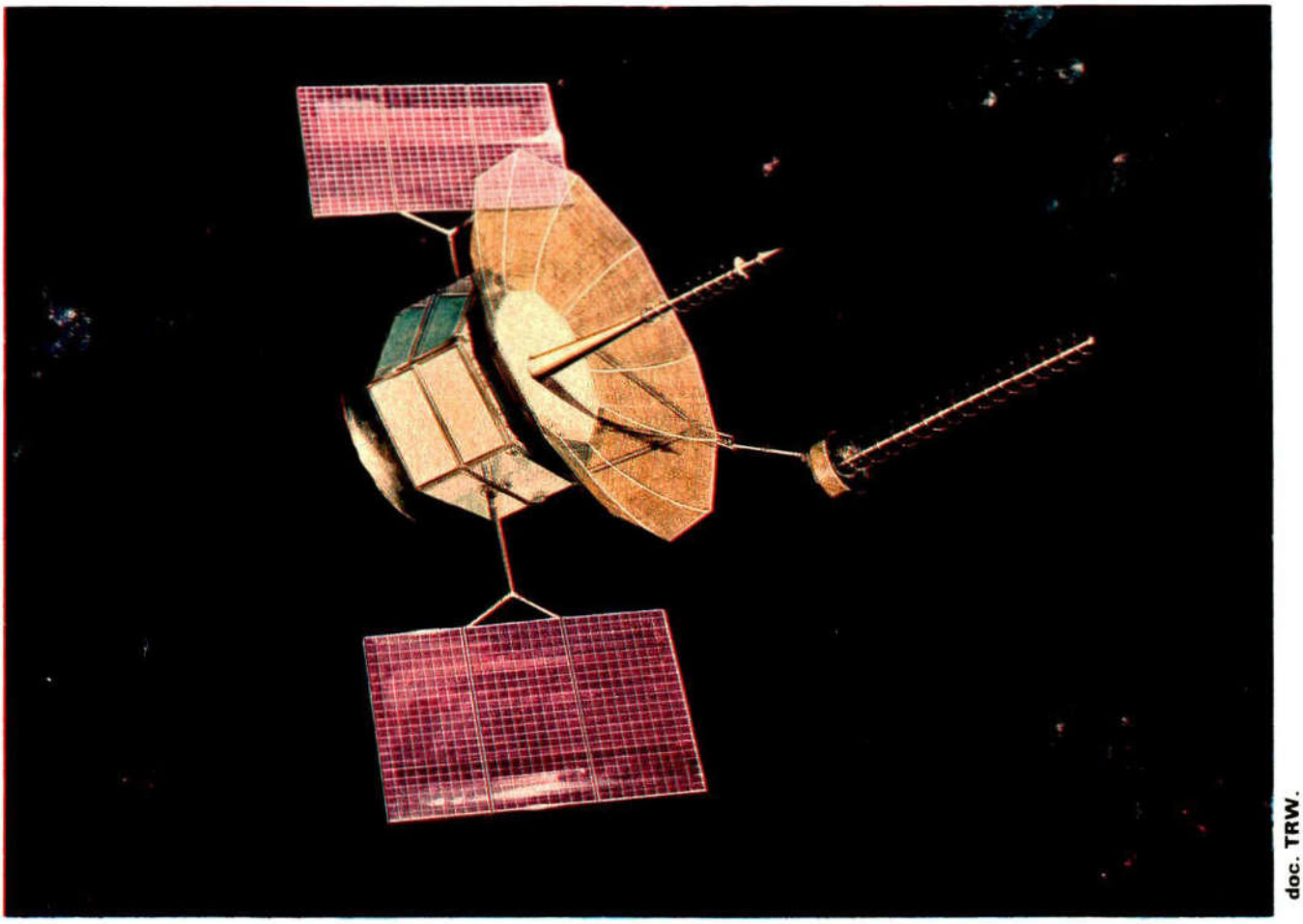
En dépit de la capacité et de la résistance des réseaux de ce type, les États-Unis ne comptent pas exclusivement sur eux pour assurer leurs liaisons avec l'Europe et l'OTAN. Pour ces communications transocéaniques, les réseaux de satellites militaires ne sont utilisés que pour un tiers du volume des transmissions ; un autre tiers transite par des circuits loués sur les câbles transocéaniques, le dernier passant par le réseau de satellites civil Intelsat.

Cette diversification donne une assurance raisonnable de maintenir le contact, bien que les câbles puissent toujours être coupés et les satellites civils totalement brouillés.

A noter, que les émissions des satellites de télécommunication peuvent être interceptées dans des zones relativement étendues, d'où la nécessité de coder les communications.

Aux yeux des états-majors, les grands réseaux de télécommunication font partie intégrante de la dissuasion. Pour les États -Unis, dont une partie des forces est engagée en Europe, le problème se complique par le maintien nécessaire de l'inter-opérabilité avec les réseaux de ses alliés européens de l'OTAN. Objectif qui ne doit pas pour autant être atteint au prix d'une perte d'intégrité du système susceptible de tourner au désavantage des

Le satellite FLEETSATCOM (ci-dessous), assure en priorité les télécommunications de la marine américaine mais participe aussi au fonctionnement du réseau stratégique AFSATCOM de l'Armée de l'Air. Ce réseau deviendra encore plus efficace par la mise en orbite prochaine du satellite DSCS III, dont les capacités, notamment la résistance au brouillage, sont accrues. A droite, le DSCS II.



doc. TRW.

États-Unis en d'autres parties du monde, dans l'océan pacifique par exemple.

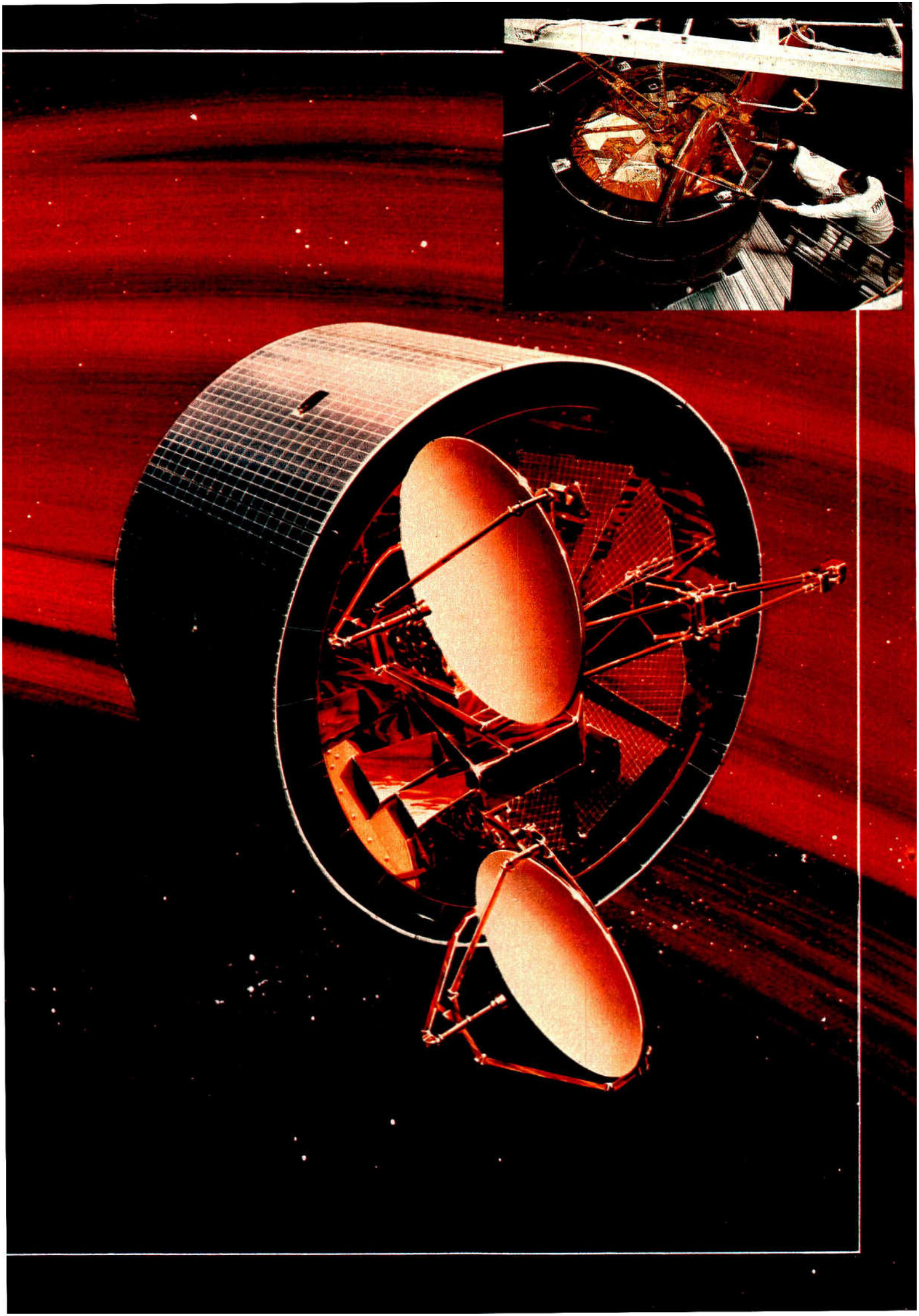
SOUS LA MER. Lorsqu'on descend vers les très basses fréquences, la propagation des ondes ne se fait plus en ligne droite. En simplifiant, tout se passe comme si l'espace entre l'ionosphère et le sol se comportait comme un guide d'ondes, et la propagation se fait sans problème sur des distances de plusieurs milliers de kilomètres. Autre caractéristique des émission VLF : elles pénètrent sous l'eau et permettent de communiquer avec des sous-marins en plongée. Elles résistent enfin assez bien aux effets perturbateurs des explosions nucléaires.

Depuis longtemps, la marine américaine utilise des stations VLF pour communiquer avec ses unités en mer. Ces émissions ont même été exploitées depuis quelques années comme référence pour des systèmes de navigation aéroportée. Des fréquences VLF sont également employées dans ce but exclusif dans le cadre du système de navigation Omega, qui assure une couverture complète de la Terre avec huit stations seulement.

Jusqu'à ces dernières années, les fréquences utilisées ne permettaient guère de communiquer qu'avec des sous-marins en faible plongée, de 7 à 9 m. L'utilisation d'émetteurs de plus basses fréquences encore, Extremely Low Frequency (ELF), a autorisé une certaine amélioration de ces performances ; on atteint cependant actuellement les limites dans cette voie.

La survivabilité des liaisons ELF est donc moins que certaine. D'autant que ce type de liaisons ne permet pas en général un débit très rapide. On parle d'une vitesse de transmission de l'ordre de deux mots par minute des stations sol vers les sous-marins.

Si les États-Unis ont un vaste réseau mondial VLF, la France dispose de plusieurs stations d'émission ainsi que la Grande-Bretagne. Du côté soviétique, comme toujours, on ne sait que peu de choses, mais il est acquis que les systèmes en service, sans doute moins sophistiqués, remplissent bien leurs fonctions.



A L'ÉCHELLE NATIONALE. L'essentiel des forces armées d'un pays est en général concentré dans les limites des frontières nationales et organisé en systèmes de défense, terrestre, aérien, parfois maritime. La mise en œuvre de ces forces nécessite naturellement la disposition de réseaux de télécommunications aux fonctions multiples.

Dans le cas de la défense aérienne du territoire, il s'agit, d'une part, de pouvoir transmettre au centre de contrôle et de commandement les informations sur la situation aérienne instantanée fournies par les réseaux de radars et d'observateurs visuels, et d'autre part, d'assurer la circulation des ordres et des compte-rendus. Ces transmissions, entre des points fixes distribués sur le territoire national (bases aériennes, centres de contrôle, points sensibles, centres de commandement, ports militaires, etc.), sont généralement réalisées par les faisceaux hertziens.

Le problème majeur consiste à assurer une sécurité et des chances de survie satisfaisantes en cas d'attaque. Cela est obtenu, le plus souvent, en limitant ou en éliminant totalement les relais, ce qui conduit, les distances entre les points du réseau étant souvent de l'ordre de la centaine de kilomètres, à l'utilisation d'équipements à propagation troposphérique dont la portée couvre largement cette distance. Les liaisons complémentaires entre centres techniques et utilisateurs, points sensibles, bases, dont les longueurs n'excèdent jamais quelques dizaines de kilomètres, sont généralement réalisées au moyen de faisceaux hertziens à vue directe.

Compte tenu des conditions d'emploi de ces réseaux, les faisceaux hertziens troposphériques et à vue directe sont souvent des équipements analogues aux matériels civils, à quelques aménagements près. C'est le cas en France d'une partie des matériels qui constituent le réseau Ritter de l'armée de terre.

Ces réseaux — en général chaque armée, marine, force aérienne, armée de terre, a le sien ou les siens — ne fonctionnent pas en circuit fermé. Ils sont équipés d'interfaces qui permettent, au moins momentanément, de les intégrer les uns aux autres. Ainsi le réseau Ritter est connecté en permanence au réseau Air 70 de l'armée de l'air française, aux réseaux de télécommunication civils et à ceux des Forces de défense du territoire.

Dans certains cas, des interfaces sont prévues pour permettre des raccordements à des réseaux alliés ou à d'autres réseaux nationaux. Ainsi organise-t-on régulièrement en France des exercices d'intégration du réseau Rita, numérique, au réseau Ritter, analogique.

Sans entrer dans le détail, l'organisation et la constitution du réseau Air 70 de l'armée de l'air française donne une assez bonne idée de ce que sont les réseaux dits « d'infrastructure ». Air 70 a été mis en place, entre 1968 et 1973, pour acheminer des flux d'informations très spécifiques tant dans leur nature et leur volume que par l'implantation géographique des correspondants. Ce réseau relie toutes les bases de l'armée de l'air, les centres de commandement — en particulier Taverny et Mont-Verdon — et les centres de contrôle de la défense aérienne.

S'étendant sur les trois quarts du territoire national, il est constitué d'un réseau principal fortement maillé reliant deux à deux, à vue directe ou par diffusion troposphérique, 23 stations. Celles-ci sont rattachées par des liaisons secondaires à 56 terminaux implantés sur les bases aériennes.

Les stations principales, situées sur des points hauts, sont particulièrement remarquables par la taille des pylônes supportant des antennes paraboliques. Celles-ci mesurent jusqu'à 12 mètres de diamètre, rançon à payer pour les liaisons troposphériques qui nécessitent une forte puissance d'émission pour une fraction très faible de puissance utilisable à la réception.

Depuis 1976, le réseau Air 70 a été rénové par l'adoption d'un dispositif de commutation électronique temporelle des voies téléphoniques qui offre un accroissement considérable

Le système PLRS, construit par Hughes Aircraft, permet à des patrouilles isolées d'être immédiatement informées sur leur position grâce à des liaisons avec un ordinateur central.

de la capacité. Sur ce réseau support est venu par ailleurs se greffer, pour les liaisons télégraphiques, un dispositif de commutation de messages constitué par quatre centres RAID, à Taverny, Metz, Lyon et Bordeaux.

Le réseau des RAID assure, entre autres fonctions (et de façon automatique à l'aide de calculateurs), la réception et l'identification des messages, leur aiguillage vers les destinataires par les voies les plus directes (compte tenu de l'état instantané du réseau) leur diffusion ou leur stockage pour un traitement ultérieur.

SUR LE CHAMP DE BATAILLE. En soi, la notion de champ de bataille est assez floue dans ses dimensions géographiques. Un conflit de type européen pourrait facilement se dérouler sur un terrain aussi grand qu'un territoire national. La distinction entre les systèmes de télécommunications tactiques et les réseaux nationaux n'est donc pas tant une question d'échelle que de conditions d'emploi et en particulier de mobilité, contraintes qui n'existent pas pour les réseaux d'infrastructure.

L'étendue des champs de bataille, la complexité et la rapidité des opérations demandent une mise en œuvre coordonnée des différents moyens. Le besoin d'information des officiers qui n'ont plus le contact visuel avec leurs troupes, l'imprévisibilité des situations, sont autant de facteurs qui placent les matériels de télécommunications et leur doctrine d'emploi au premier rang des préoccupations des armées modernes.

Ces besoins prennent des formes extrêmement variées. Cela va de la transmission de messages par téléphone au fac-similé, en passant par la télégraphie et la transmission de données.

Quant aux exigences auxquelles ont à répondre les matériels utilisés sur le terrain, elles sont nombreuses. Ils doivent, par exemple, résister à des conditions d'environnement extrêmes, climatiques et mécaniques. Ils doivent se satisfaire d'une maintenance simplifiée, être d'une grande simplicité d'emploi, et très souvent intégrables à l'équipement d'un véhicule de combat.

Depuis quelques années, l'organisation des télécommunications tactiques a fait l'objet d'études très approfondies un peu partout dans le monde. En théorie, le problème à résoudre est presque insoluble. Il s'agit ni plus ni moins que d'établir des liaisons à grand débit dans des délais très courts entre des correspondants appelés à se déplacer fréquemment.

A la pratique ancienne qui consistait à juxtaposer les PC et leur centre de transmission, on a substitué peu à peu une organisation plus souple et plus efficace. En effet, tout déplacement du PC entraînait celui du centre de transmission, d'où d'inévitables perturbations dans l'acheminement du trafic.

L'organisation nouvelle restitue une certaine stabilité des centres de transmission et, surtout, une indépendance vis-à-vis des mouvements des PC. On a créé la notion de « centres techniques » de transmission auxquels les PC sont rattachés au même titre que les autres utilisateurs, mais avec une densité de liaisons plus élevée.

Tout cela revient à installer un réseau de télécommunication temporairement fixe, couvrant l'ensemble de la zone de manœuvre, et à ne modifier la position des éléments qui le constituent qu'en fonction des besoins de cette couverture. Les forces évoluent au milieu de la toile tissée à partir des centres techniques, jusqu'à ce que leurs déplacements contraignent à en mettre en place une autre.

Cette méthode assure une permanence des transmissions même pendant les mouvements des PC. En France, notamment, l'expérience de ce principe d'organisation appliqué à une grande unité a apporté la preuve de son efficacité, de sa souplesse et de son excellent rendement. Elle a également permis de constater que les PC et les centres techniques se déplacent rarement au même rythme, ce qui est déjà un gage de stabilité des liaisons.

Tout comme les réseaux d'infrastructure, les réseaux de transmission mobiles sur le terrain sont maillés, c'est-à-dire qu'à travers le filet étendu sur leur zone de couverture, une liaison peut utiliser tous les cheminements possibles entre émetteur et destinataire. En sorte qu'une destruction partielle peut allonger les délais de transmission, mais ne coupe pas toute possibilité de communiquer.

Les matériels utilisés pour les liaisons tactiques doivent répondre à quelques règles qui sont dictées par les conditions même d'exploitation. Tout d'abord, en ce qui concerne les fréquences, pour des portées inférieures à quelques dizaines de kilomètres, les liaisons se font en général en VHF/FM, alors que pour les portées supérieures à la centaine de kilomètres, elles s'effectuent le plus souvent en

Afin d'obtenir en opérations une circulation rapide des informations, les transmissions sont de plus en plus automatisées. Ainsi le système français d'artillerie ATILA permet-il de fournir immédiatement les coordonnées de réglage précis d'une pièce lors d'une demande de tir.

HF à bande latérale unique. Les portées intermédiaires, ou dans le cas d'opérations en terrain irrégulier avec des obstacles ou une végétation dense, nécessitent l'utilisation de relais VHF/VHF ou HF/VHF.

A l'imitation des réseaux fixes, l'une des constantes de l'évolution récente des réseaux mobiles est sans doute l'utilisation grandissante des faisceaux hertziens. Ceux-ci sont idéaux pour assurer les jonctions entre centres techniques et entre PC et centres techniques. Ils permettent d'obtenir une qualité de liaison comparable à celle qu'offre les câbles téléphoniques multiplex, et, sont de plus, d'une relative discrétion.

En ce qui concerne les équipements portables, utilisés au niveau des sections et des compagnies, les acquis des dernières années ont permis une évolution importante de ces types de matériels dans le sens d'une diminution des poids et des volumes, l'automaticité de l'exploitation facilitant en outre la manipulation par des opérateurs non spécialisés.

Pour l'équipement des véhicules légers et blindés, le matériel doit pouvoir s'adapter aux diverses configurations hiérarchiques, comme celles qu'on rencontre dans une brigade ou une division blindée où cohabitent un réseau de communications logistiques et plusieurs réseaux opérationnels, aux différents niveaux du peloton, de l'escadron et de la brigade.

Dans ce cas, l'exploitation simultanée de ces matériels exige des équipements spécialement étudiés pour fonctionner en proximité, et associés à un réseau de bord permettant l'interphonie et l'accès radio aux divers membres de l'équipage. Pour libérer le plus possible l'équipage des tâches de routine, ces équipements sont largement automatisés.

UNE AMBIANCE HOSTILE. Compte-tenu de l'importance des liaisons radio militaires et de la quantité d'informations qu'elles véhiculent, une véritable lutte pour la maîtrise de l'espace radioélectrique oppose et ce, dès le temps de paix, les différentes puissances en présence.

La synthèse des informations contenues dans les liaisons ennemies est susceptible d'apporter une aide au commandement de première utilité, un blocage des liaisons les plus importantes modifiant considérablement certaines phases de la bataille. D'où, la constitution de systèmes opérationnels de radiosurveillance et de contre-mesures actives.

A cette fin, en France par exemple, plusieurs matériels d'écoute ont été mis au point : des récepteurs d'interception manuels, semi-automatiques et automatiques qui couvrent la gamme 100 kHz à 1 GHz ; des récepteurs d'écoute multimodes couvrant la même gamme ; des équipements de goniométrie pour permettre une localisation des sources émettrices, des matériels de traitement des informations goniométriques et de télécommande des goniomètres ; des équipements d'analyse de signaux permettant d'étudier la structure du signal intercepté ; des équipements de gestion de fréquences. Tous ces matériels se perfectionnent rapidement, grâce au progrès enregistré dans la réalisation d'unités de traitement microminiaturisées utilisant des composants à forte intégration.

Du côté des contre-mesures actives, on utilise des amplificateurs de puissance à large bande particulièrement adaptées au brouillage, accompagnés d'antennes et de boîtes d'accord à temps de réponse rapide dans les gammes HF et VHF. On utilise aussi des systèmes de gestion et de génération de signaux et d'aide à l'opérateur plus ou moins sophistiqués.

Parallèlement au développement des contre-mesures actives et passives, se développent naturellement des techniques pour rendre les systèmes de transmissions moins vulnérables, notamment par cryptage numérique de la phonie et de la graphie.

Il existe, par exemple, des équipements adaptables aux postes VHF/HF classiques, réalisant une cryptophonie numérique qui substitue à la parole, sur le canal de transmission, un bruit blanc qui rend pratiquement impossible toute analyse de l'information véhiculée. D'autres systèmes permettent de jouer sur les changements de fréquence en cours de transmission. Certains terminaux tactiques utilisent également la transmission par rafale qui complique encore plus la tâche adverse.

Il existe de par le monde une multitude de systèmes de transmissions tactiques dont les structures se ressemblent, mais dont les possibilités, en capacité, volume, résistance aux actions adverses, varient selon le niveau des forces qui les emploient. Les similitudes sont d'autant moins surprenantes que le nombre des fabriquants est dans le monde très restreint, de sorte qu'on peut imaginer bien des cas de figure où les adversaires potentiels peuvent disposer des mêmes matériels ou de ma-

photo ECP Armées

tériels de même nature.

Parmi les systèmes tactiques les plus récents, développés en tenant compte de l'ambiance de contre-mesures qui risque d'être celle d'un conflit majeur, se place le système français Sintac, l'un des éléments essentiels des futures communications tactiques Air et Marine des années 85-90.

Les fonctions assurées par Sintac comprennent les communications en phonie et la transmission de données, la navigation relative et l'extension à d'autres fonctions telles que l'identification. Toutes ses fonctions sont protégées contre le brouillage par l'emploi de diverses techniques d'étalement de spectre. Les liaisons pourront également être chiffrées. Le multiplexage temporel permet à un grand nombre d'abonnés d'être destinataires de toutes les informations diffusées sur le réseau, de veiller plusieurs réseaux simultanément, et à l'inverse d'émettre des messages vers tout ou partie des autres utilisateurs. Sintac 2 fonctionne dans la bande des 960-1215 MHz.

AU CONTACT DIRECT. De plus en plus, à tous les niveaux, les armées utilisent leurs armements de façon coordonnée, au point de constituer de véritables systèmes d'armes, soit à l'échelle locale — c'est le cas de batteries de canons — soit à l'échelle nationale — c'est le cas de la défense aérienne. Cette conception conduit directement à l'automatisation très poussée des transmissions et à la circulation d'un volume croissant de données chiffrées.

L'un des exemples les plus caractéristiques de cette tendance est en France le système d'artillerie Atila qui associe très étroitement l'informatique, les transmissions et les armes pour constituer un tout au service du commandement.

Les missions opérationnelles de l'artillerie sont, aujourd'hui, essentiellement, de sélectionner rapidement les objectifs en fonction de la manœuvre, ce qui est un problème d'évaluation et de coordination, de surprendre l'adversaire par des tirs d'emblée efficaces, sans tir de réglage, et de produire des effets de masse par concentration des feux de plusieurs unités ; tout cela en assurant la mobilité maximale pour éviter les tirs de contre-batterie.

L'analyse de chacune de ces missions fait apparaître la nécessité vitale d'une circulation rapide des informations à tous les niveaux d'intervention, d'une vue synthétique claire de la situation au niveau de la décision, et d'une rapide élaboration des ordres, d'où une automatisation très poussée de toutes les fonctions.

Le système Atila est en pratique un système de transmission aux nœuds duquel sont placées des petites unités informatiques qui élaborent une vue synthétique de la situation ou calculent, à la réception des ordres de tir, les principaux paramètres d'exécution en tenant compte de l'environnement, météo comprise.

Cette interpénétration de l'informatique, de l'armement et des moyens de télécommunication est caractéristique de tous les systèmes militaires.

Depuis quelques années, on s'achemine vers une intégration de plus en plus grande des moyens à un niveau donné et vers une interpénétration des différents niveaux. Ainsi, le tactique et le stratégique commencent à se fondre dans un gigantesque réseau intégré (1), plus capables de répondre à la nécessité qu'ont les grandes puissances de contrôler en permanence leurs forces et la situation mondiale jusque dans ses détails, face à une situation politique où un incident peut rapidement prendre des dimensions internationales.

PIERRE CONDOM

(1) Des systèmes mobiles à antenne déployable de réception de satellites ont été mis en service.

INFORMATIQUE

Bien qu'encore du domaine de la recherche de pointe, le recours aux ordinateurs dans le secteur de la médecine ouvre, dès aujourd'hui, des perspectives nouvelles : aide au diagnostic, au choix et à l'action thérapeutique, dans des disciplines variées ; neurologie, cardiologie, réanimation... L'efficacité et la puissance de ces techniques suscitent néanmoins un certain nombre de résistances dans le corps médical.

On peut prévoir, pour 1985, un terminal sur le bureau de chaque médecin, disait, en juillet 1976, un porte-parole d'I.B.M. au cours du colloque international « Science des systèmes dans le domaine de la santé », à Paris.

C'était un doux rêve. Nous sommes loin d'être sortis de ce que le Pr. François Grémy (1) appelle « le pénible, le malheureux état d'enfance de l'informatique médicale ».

Et pourtant, le groupe de travail auteur d'une des annexes (2) au rapport NORA-MINC, « l'informatisation de la société » (1978), écrit en préambule : « Le groupe unanime considère que l'informatique est aujourd'hui un des moyens les plus sûrs à notre disposition pour valoriser la qualité des activités médicales et de santé au service du plus grand nombre ».

Mais plus loin, le rapport constate : « La difficulté de l'entreprise est immense », et précise : « Les chances de succès de l'informatisation... qui serait le ferment d'une grande mutation de l'institution médicale... sont entièrement subordonnées à l'augmentation de la participation des médecins ».

Or, il y a là un barrage. A part un certain nombre d'hospitalo-universitaires avides de faire progresser la recherche et qui « jouent le jeu » — souvent avec passion — en collaboration avec des informaticiens, le corps médical (comme bien d'autres corps professionnels) a peur de l'informatique. Peur dans la mesure où l'informatique, en ce domaine, peut aller bien au delà des activités de gestion (gestion hospitalière, organisation des rendez-vous) ; au-delà de la mise à disposition de banques de données (bibliographie, informations sur les médicaments), ou de l'automatisation des examens de laboratoire ; au-delà de l'archivage des dossiers médicaux ; ou bien encore du recueil de données capables de faire progresser

(1) Pr. de biomathématiques au CHU Pitié-Salpêtrière et Directeur de l'Unité de l'INSERM « Méthodologie, informatique, statistiques en médecine et santé publique ».

(2) « L'introduction de l'informatique dans les activités médicales et de santé. » Dans le 4e volume des documents contributifs au rapport NORA-MINC, 280 pages, Documentation française, 60 F.

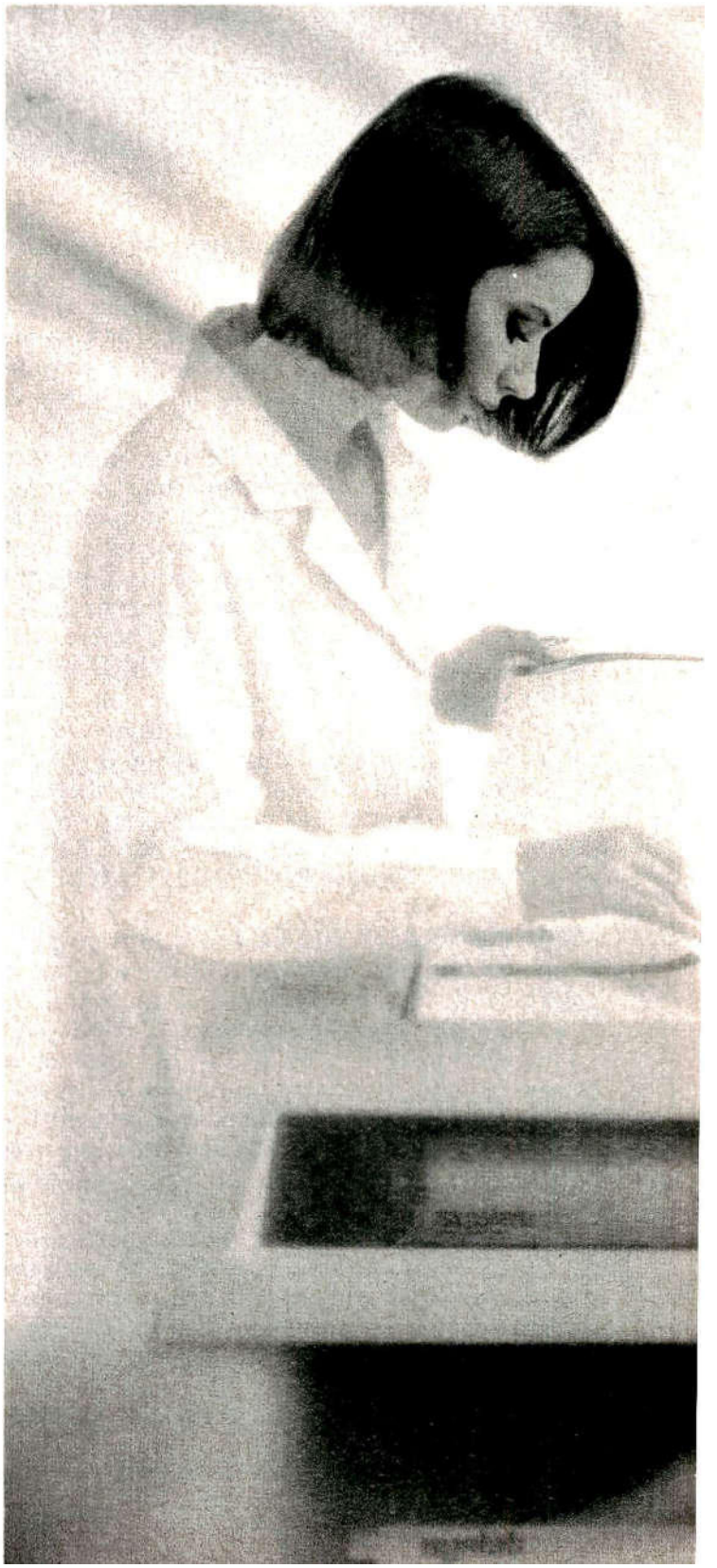
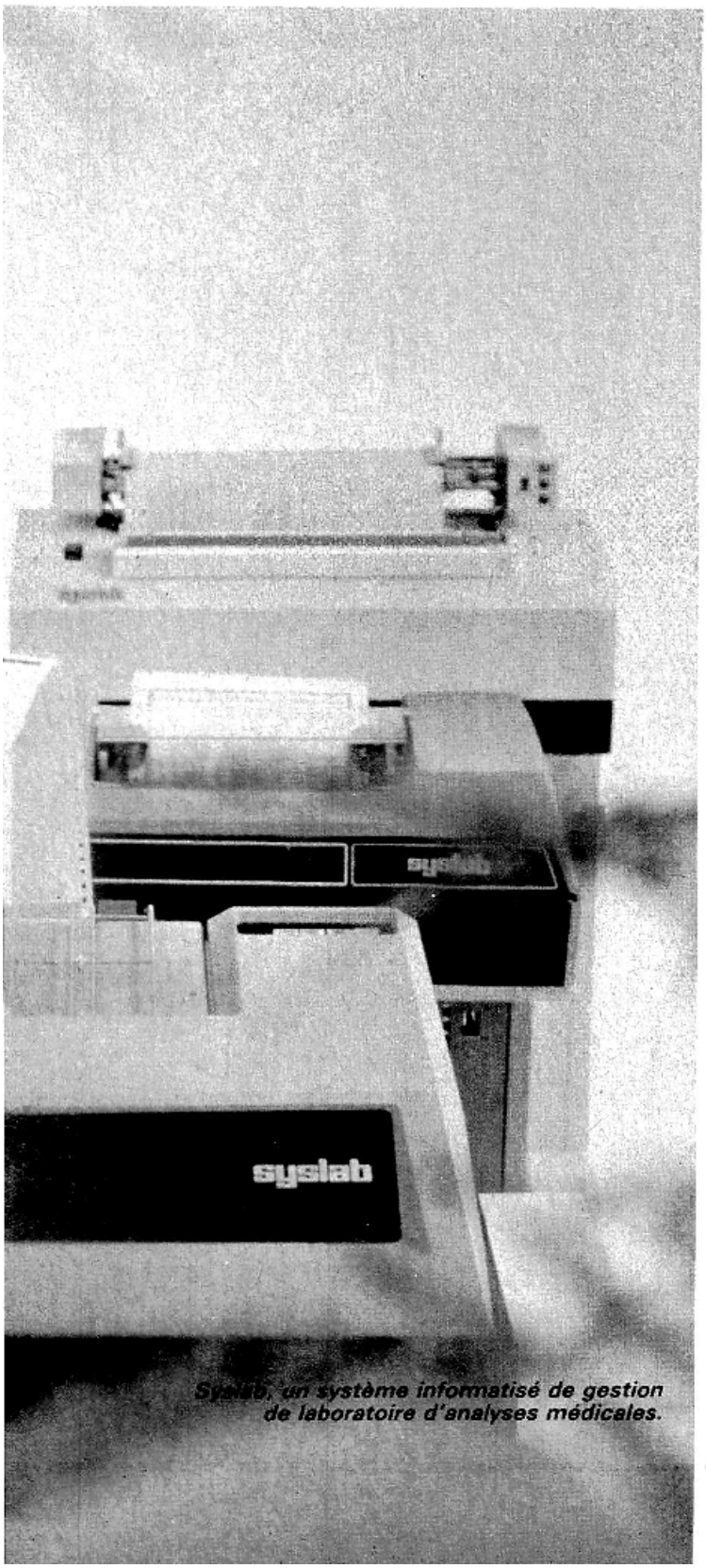


photo SEMS

ET MEDECINE

l'épidémiologie, les enquêtes de santé publique jusqu'ici bien pauvres en France.

En ces domaines, que l'on pourrait qualifier de B-A- BA de l'informatique médicale, rien n'implique un engagement des médecins, ni une mise en cause de leur indépendance face au diagnostic et au choix d'une thérapeutique.



Syslab, un système informatisé de gestion de laboratoire d'analyses médicales.

Il en va tout autrement quand les informaticiens — avec l'aide indispensable de médecins, de biologistes disposés à collaborer — s'attaquent à l'élaboration de systèmes d'*aide à la décision* ; un terme que l'on préfère aujourd'hui à ceux d'« aide au diagnostic », ou d'« aide à la thérapeutique ». Entreprises infiniment complexes et qui suscitent l'angoisse à divers titres.

L'obstacle *coût* de ces recherches s'abaisse en proportion de la fantastique expansion récente des mini-ordinateurs, des micro-processeurs. En médecine comme ailleurs, la « prolétarisation » de l'informatisation est à portée de main...

Soit ! Mais de la mise sur pied d'un programme d'aide à la décision à son exploitation courante, il y a un fossé, voire un précipice.

« 90 % des programmes au point ne sont pas exploités, » dit M^me^ Annick Alpérovitch, de l'Unité de Recherches INSERM sur les méthodes statistiques et épidémiologiques appliquées aux maladies chroniques (Villejuif).

« Les équipements médicaux proprement dits, liés à l'informatique, sont extrêmement rares dans les hôpitaux, » note M. Beer-Gabel, Directeur de la DOMI (Division Organisation Méthodes Informatiques) au Ministère de la santé.

Un des premiers vœux exprimés par M. Laudat, nouveau directeur général de l'INSERM a été « que se multiplient les recherches et l'application en matière d'informatique médicale ».

Quels éléments précieux pourrait apporter l'informatique en médecine ? Une série d'exemples en donnera une idée.

OPÉRER OU NON ? Une des premières expériences a été menée à Leeds (Grande-Bretagne) par le chirurgien de Dombal et une équipe d'informaticiens sur ce que les médecins appellent les « ventres aigus » (douleurs abdominales intenses). Objectif : diminuer la proportion d'*opérations blanches* (opérer alors qu'une erreur de diagnostic a fait croire à une lésion qui n'existe pas).

L'ordinateur programmé pour interpréter l'ensemble des symptômes observés sur plus de 600 malades a répondu par un diagnostic exact dans une proportion de 91 % (contre 79 % de la part des chirurgiens les plus expérimentés du service). D'où chute spectaculaire des « opérations blanches ». L'ordinateur est donc apparu supérieur à l'homme dans sa ca-

1

pacité d'interpréter un grand nombre de données (dans la mesure où les médecins respectaient une « check list » stricte quant à l'observation des symptômes).

HYPERTHYROÏDIE OU NON ? 20 % des patients adressés à l'I.G.R. (Institut Gustave-Roussy) de Villejuif pour hyperthyroïdie par les médecins praticiens sont, en fait, indemnes

2

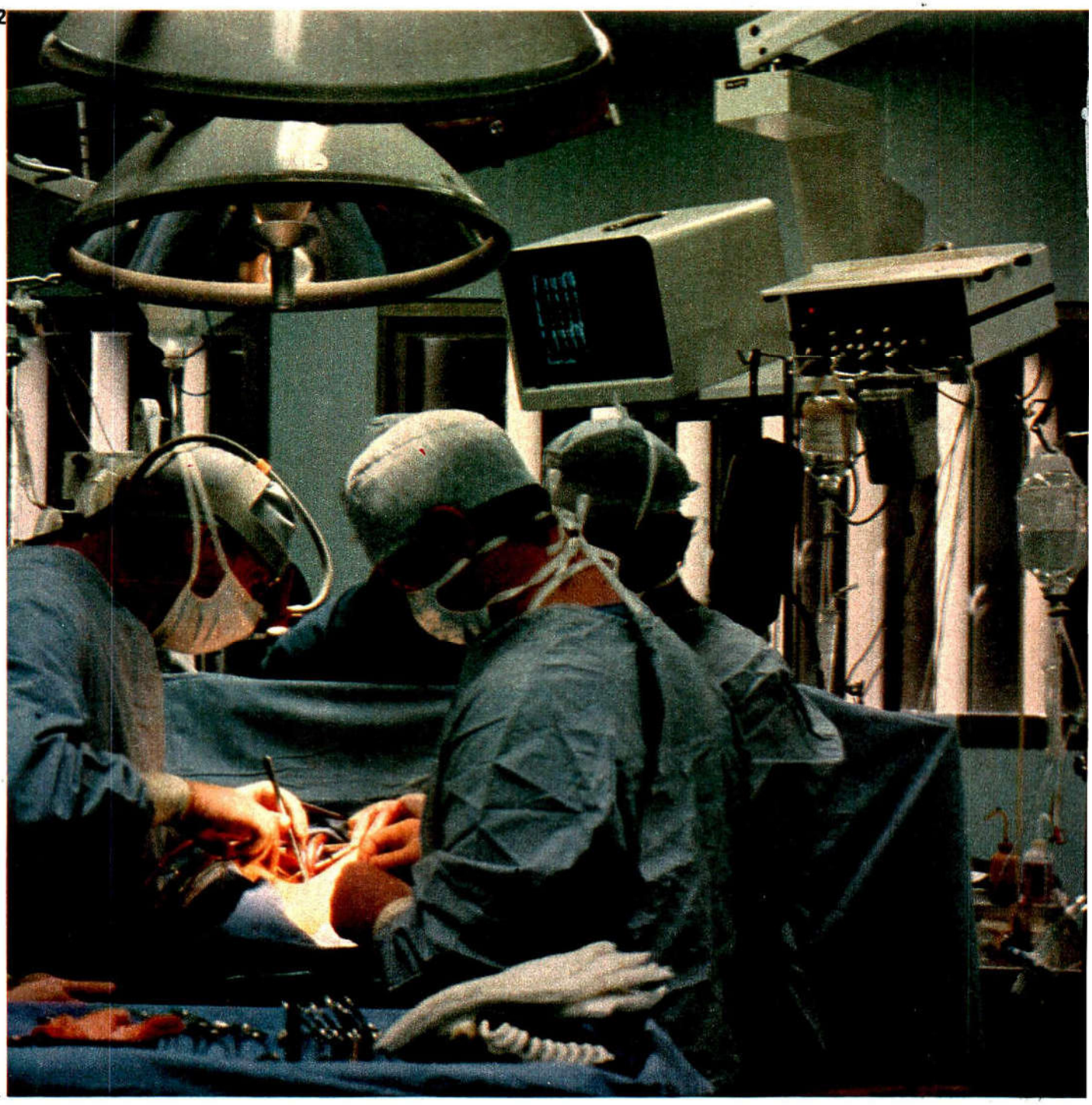


photo Kontron

Le DPS 100, un système mis au point par la société Kontron (filiale des Laboratoires Roche), garde en mémoire toutes les données relatives à un cas dans les dernières 48 heures. Celles-ci apparaissent sur un terminal au pied du lit du malade (1). En salle d'opérations (2), le terminal indique à l'équipe chirurgicale les paramètres utiles, au cours du déroulement de l'intervention.

de la pathologie soupçonnée. Une étude a été confiée au Centre Informatique INSERM de Villejuif ; l'ordinateur a révélé que 9 symptômes étaient hautement caractéristiques de l'hyperthyroïdie.

On envoie donc maintenant un feuillet, comportant 9 cases à cocher, aux praticiens habitués à adresser à l'I.G.R. pour examens complémentaires, les patients chez lesquels ils pensent avoir dépisté une hyperthyroïdie : « Votre malade présente-t-il les symptômes suivants ?... » Or, 5 % seulement des médecins remplissent ce questionnaire ; les autres continuent à remettre à leurs patients une classique lettre d'introduction auprès des spécialistes de l'I.G.R. Et pourtant, on ne leur a pas fait savoir qu'il s'agissait de la collaboration à une étude informatisée. Bel exemple de la réticence des médecins de ville à sortir de la routine, de quelque manière que ce soit.

DES LEUCÉMIES EN QUESTION. Au Congrès d'hématologie de Strasbourg, en juin dernier, le Dr Claude Chastan, de l'équipe du Pr. Grémy, a présenté, avec une grande prudence, les résultats d'une étude menée depuis plusieurs années, à l'unité INSERM de recherche informatique de la Pitié-Salpêtrière, sur des centaines de cas de leucémies aiguës lymphoblastiques ; étude entreprise à la demande et avec la collaboration de membres d'un des principaux services d'hématologie de Paris.

La prudence du Dr Chastan s'explique par le fait que la gestion des innombrables données fournies à l'ordinateur a apporté des résultats qui, selon la gravité de la maladie, devraient remettre en question le mode de traitement de certains patients : modification des drogues à prescrire, ou bien des doses et (ou) de l'espacement de leur administration.

Mis à part les médecins qui avaient participé à l'expérience, les hématologistes se sont montrés particulièrement réservés — encore le mot est-il faible — face à cette communication. Que, par l'intermédiaire de questions posées à une machine — aussi sophistiquée soit-elle et supérieure à l'homme quant au calcul, on en vienne à concevoir le bouleversement de certaines thérapeutiques ? Voilà qui est révolutionnaire. Et mal accepté.

ICTÈRES ET ORDINATEURS. Quelle décision prendre face à un ictère (jaunisse) qui pose un problème quant à son diagnostic ? Souvent l'examen clinique, les investigations complémentaires classiques ne permettent pas de trancher : hépatite virale, cirrhose (atteinte des cellules du foie) ou bien lithiase biliaire (calculs), ou même cancer du pancréas. Bref, faut-il opérer ou non ?

L'ordinateur a permis la mise en train, il y a plus d'un an, d'une étude prometteuse. Là, il y a collaboration entre l'équipe médecins-informaticiens de la Pitié-Salpêtrière et le service des radio-isotopes de l'Hôpital Cochin (Pr. Roucayrol).

150 malades environ ont, jusqu'ici, été soumis à l'exploration suivante : on injecte dans le sang du malade un produit radioactif qui a la propriété d'être absorbé par la cellule hépatique, puis d'être éliminé du foie par l'intermédiaire de la bile.

Une gamma caméra (appareil d'exploration lui-même relié à un mini-ordinateur) braquée sur le *cœur* du malade permet de mesurer successivement la vitesse d'absorption du produit (diminution de sa concentration dans le sang au niveau du cœur) puis sa vitesse d'élimination (réapparition dans le sang). Par l'intermédiaire de l'ordinateur, ces données s'inscrivent sur une courbe.

L'hypothèse de départ était la suivante : un ralentissement de l'absorption par rapport à la normale indiquerait une atteinte de la cellule hépatique elle-même ; un ralentissement de l'élimination signifierait blocage au niveau biliaire (calcul). Donc, indication opératoire dans le deuxième cas. Seule la gamma caméra — donc l'ordinateur — peut ainsi mettre en évidence ces vitesses de transfert.

On est en train d'évaluer la méthode à Paris et à Reims où elle est également expérimentée. « Elle semble bonne », dit le Pr. Boisvieux, de l'équipe du Pr. Grémy, et donc, comme dans l'expérience de Leeds, devrait permettre d'éviter des interventions chirurgicales sans objet.

PRÉVOIR L'ÉVOLUTION D'UN COMA ? Peut-on découvrir des signes prédictifs de l'évolution d'un coma, qu'il soit d'origine toxique ou traumatique, ou dû à un accident vasculaire, métabolique, etc. ? Peut-on même définir, améliorer les traitements des diverses formes de coma (et, sous-entendu, renoncer au traitement si l'on découvre des indications significatives d'incurabilité) ? Ces questions ont été posées conjointement à une des meilleures équipes d'informaticiens spécialisés dans ces applications médicales par les res-

ponsables des services de réanimation neurologique de l'hôpital Raymond-Poincaré de Garches et de l'hôpital de Poissy.

Là aussi l'étude, infiniment complexe, est en cours. Il faudra « traiter », a posteriori, au moins trois ou quatre cents cas bien choisis avant que l'ordinateur puisse ou non donner une réponse à ces questions.

VERS LE TRAITEMENT PERSONNALISÉ AU LITHIUM. Plus un médicament est actif, plus il peut être dangereux, et donc de maniement délicat : les réactions, la tolérance vis-à-vis d'une même drogue diffèrent d'un sujet à l'autre. Par exemple, la vitesse d'absorption du produit peut varier de un à deux ou même beaucoup plus. Jusqu'ici, on procède par essais, par tâtonnements, modifiant s'il le faut le produit prescrit, le mode d'administration ou les doses, en fonction de la réaction du sujet.

Depuis longtemps, on se pose la question : pourrait-on d'emblée prévoir la pharmacocinétique d'un produit sur un malade donné, c'est-à-dire prescrire dès le début le médicament, la posologie idéale, comprise entre la dose inefficace et celle qui suscite l'intolérance ?

Une étude à l'aide de l'ordinateur — la toute première du genre — est en cours sur le lithium, ce produit précieux mais non sans risques (dangers de troubles rénaux) administré sous forme permanente pour le traitement des psychoses maniaco-dépressives. La recherche — en collaboration entre le service psychiatrique de la Pitié-Salpêtrière (Pr. Widlocher), un biochimiste (M. Galli) et le centre informatique médicale du même hôpital — est financée conjointement par la DGRST (1) et le laboratoire producteur du lithium.

Comme toujours, on a commencé par une étude a posteriori ; on fournit à l'ordinateur toutes les données recueillies sur un grand nombre de malades : définition des symptômes, doses et modulations dans le temps du traitement administré, examens biologiques effectués, réactions du sujet à la thérapeutique.

L'ordinateur a fourni une réponse particulièrement nette : une investigation biologique simple (la mesure de l'élimination du lithium trois fois répétée à espacements déterminés) semble efficace à elle seule pour indiquer d'emblée la dose idéale pour chaque malade. Le fractionnement en deux ou trois prises par jour paraît satisfaisant. C'est ce que l'on appelle la modélisation sur ordinateur, d'un processus biologique.

On en est maintenant à l'expérimentation thérapeutique. Une soixantaine de malades sont traités en ayant recours à cette méthode. On estime à deux ans, le délai nécessaire pour apprécier avec certitude son efficacité.

Si le succès se précise, la voie sera ouverte vers l'étude informatisée de la pharmaco-cinétique de médicaments plus complexes — vers la mise au point de thérapeutiques d'emblée personnalisées pour chaque malade atteint d'affections diverses. Progrès considérable, jusqu'ici du domaine du rêve... Il devient un peu moins utopique.

Autres retombées de cette catégorie de recherches: à l'heure ou le Ministère de la santé devient particulièrement sévère quand à la délivrance de l'A.M.M. (autorisation de mise sur le marché) pour les nouveaux médicaments ou pour les formes galéniques modifiées de produits déjà en usage, les laboratoires pharmaceutiques s'intéressent aux expériences sur ordinateur du genre de celle que nous venons d'évoquer : toujours par processus de simulation, des études dites de biodisponibilité des médicaments permettront peut-être d'apprécier dans quelle mesure tel produit présente un avantage sur tel autre. Une étude est en cours sur un antalgique. La question posée est la suivante : sa présentation sous forme effervescente (plus chère) donne-t-elle un effet— une pénétration — plus rapide ? Bref, faut-il ou non prévoir cette fabrication ?

VERS UNE MODIFICATION DE L'ENSEIGNEMENT DE LA NEUROLOGIE ? Avec un tout autre objectif, le Pr. Christian Derouesné (Salpêtrière) vient de consacrer cinq ans à « entrer » dans un ordinateur les données de l'ensemble — ou presque — de la neurologie, une des disciplines les plus complexes.

Un exemple de cette complexité : certaines paralysies d'un membre proviennent d'une lésion nerveuse qui peut se situer... de la pointe du pied au sommet du crâne. D'où, la multiplication des investigations nécessaires pour établir un diagnostic dans un cas pareil.

L'examen neurologique classique, extraordinairement compliqué dans son apprentissage et son application, est-il réellement utile pour établir un diagnostic ou bien pourrait-on

(1) Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.

BANQUES DE DONNÉES MÉDICALES EN FRANCE

La BIAM. 585.16.16, c'est le numéro que peut composer tout médecin ou pharmacien, pour entrer en contact avec la BIAM — Banque d'Information Automatisée sur les Médicaments — créée en mai 1977, conjointement par le Syndicat National de l'Industrie Pharmaceutique et la Commission d'Informatique de la Faculté de Médecine Necker-Enfants Malades.

La BIAM met à disposition des informations constamment actualisées sur les médicaments : activité thérapeutique, précautions d'emploi, effets secondaires, interactions, contre-indications. Ces informations sont regroupées dans deux fichiers : le Fichier Spécialités (sur les 8 800 présentations commercialisées en France) ; le Fichier Substances (les 2 800 principes actifs utilisés en thérapeutique, avec leurs noms étrangers).

500 à 800 questions par mois parviennent actuellement aux médecins ou pharmaciens qui tiennent la permanence BIAM (9 à 19 h du lundi au vendredi, 9 à 13 h le samedi). Questions les plus fréquentes de la part des médecins : effets secondaires, prescriptions chez la femme enceinte, interactions et contre-indications ; de la part des pharmaciens : sur les spécialités étrangères (pour leurs clients qui rentrent de voyage ou vont partir), maniement et posologie.

Le « service » est gratuit. Il n'est pas exclu que, dans l'avenir — avec le développement du réseau *Transpac* mis en place par les PTT — une banque de données médicales du type BIAM puisse être interrogée directement par les utilisateurs au moyen de terminaux reliés à un ordinateur.

MEDLINE. La France a été la première nation européenne à avoir un accès conversationnel au fichier MEDLINE, système d'information bibliographique concernant l'ensemble du domaine biomédical, dont les ordinateurs se trouvent à la National Library of Medicine (N.L.M.) de Bethesda (USA).

MEDLINE dispose actuellement de 3 millions de références mises en mémoire depuis 1966 à partir du dépouillement de 3 000 périodiques publiés dans le monde entier.

Le système MEDLINE permet à tout chercheur, clinicien, enseignant ou étudiant de dialoguer avec l'ordinateur — suivant un code comprenant 60 000 mots, indexés dans un livre de 682 pages, dit « Thésaurus » —, d'obtenir instantanément une liste de références correspondant à une question précise ; au moins dans la limite des 25 références les plus récentes. Si la liste souhaitée est plus longue, elle est adressée par courrier au demandeur.

Pendant plusieurs années, seul le centre IMA (Information Médicale Automatisée) de l'INSERM à Bicêtre (1) possédait un terminal.

Depuis peu, l'IMA a mis en place un réseau national d'une soixantaine de centres associés disposant chacun d'un terminal (bibliothèques universitaires, hôpitaux, laboratoires pharmaceutiques, etc.). Ces centres interrogent les ordinateurs de la N.L.M. à raison de 500 heures de connexion par mois, ce qui représente environ 2 000 recherches bibliographiques.

(1) Hôpital de Bicêtre - 78, rue du Général-Leclerc, 94270 Le Kremlin-Bicêtre - Tél. 677.65.00 ou 677.33.73 postes 280 et 277.

dégager des signes en nombres réduits qui soient réellement informationnels dans les diverses affections du système nerveux ? C'est la question qu'a fait poser M. Derouesné à l'ordinateur, en collaboration avec l'équipe voisine du Pr. Gremy.

Or l'ordinateur, sur les données de 875 dossiers (de malades déjà examinés de manière classique et en traitement) a donné un diagnostic exact dans 80 % des cas.

Mais ce n'est pas le plus important : l'ordinateur a aussi désigné les signes caractéristiques essentiels de nombreux états pathologiques ; et le nombre des signes indiqués est beaucoup plus faible que l'on ne croyait. Bien plus : une forte proportion de ces signes sont accessibles sans avoir recours à des explorations sophistiquées. Un interrogatoire extrêmement rigoureux, extrêmement complet du malade peut apporter une aide que l'on ne soupçonnait pas (par exemple : signe de départ du trouble ? A-t-il atteint d'emblée son maximum ? Y a-t-il eu régression et recrudescence ? Espacées dans le temps de quelle manière, etc.).

A l'opposé — vers la complication — l'ordinateur a désigné six ensembles de symptômes qui doivent permettre de diagnostiquer trois causes d'hémorragie cérébrale, trois causes de ramollissement cérébral (ischémie) (1), chaque catégorie relevant d'un traitement différent.

Bien que Christian Derouesné se heurte à la réticence de beaucoup de ses confrères, c'est eux qu'il voudrait pourtant convaincre ; en particulier, les inciter à modifier l'*enseignement de la neurologie* (le plus lourd qui soit) dans le sens de la simplification — du moins à l'usage des futurs généralistes.

« Ce que je souhaite pour la neurologie, nous a-t-il précisé, serait en outre transposable à un grand nombre d'autres disciplines... En ce domaine, l'ordinateur deviendrait inutile le jour où la méthodologie acquise avec son aide serait acceptée, généralisée. Il semble malheureusement que peu de mes confrères soient tentés de remettre leur enseignement en cause par cette méthode. »

Le Pr. Derouesné rejoint la prise de position du Pr. Gremy qui, en juin dernier, à un colloque international, déclarait : « Le nombre des maladies et des symptômes identifiés est passé de 3 000 au début du siècle à plus de 30 000 aujourd'hui. Le nombre des spécialités phar-

(1) Cessation de l'irrigation sanguine.

Le scanner ou tomodensitomètre est un appareil très informatisé. Il permet d'obtenir en image des coupes successives du cerveau. L'ordinateur commande entre autres le déplacement du malade durant l'examen, et peut aussi reconstruire des images dans des plans différents à partir de celles enregistrées.

maceutiques, de tests que l'on peut demander ne cesse de croître. L'échec universel des systèmes d'enseignement de la médecine tient en grande partie à notre incapacité de maîtriser cette masse d'informations. Face à cette inflation de données, la médecine, contrairement à la physique ou la chimie, a fait trop peu d'efforts pour découvrir comment les utiliser » (1).

L'ORDINATEUR INTERPRÈTE L'ÉLECTROCARDIOGRAMME. Les expérimentations de systèmes d'analyse et d'interprétation automatique des électrocardiogrammes se sont multipliées ces derniers temps. Plusieurs systèmes sont — ou ont été — mis à l'essai parmi lesquels (pendant 18 mois dans cinq CHU de France) celui qu'ont conçu, à Lyon, le Pr. Pierre Arnaud et son équipe INSERM : le patient, installé dans une sorte de fauteuil de dentiste se trouve placé immédiatement à côté d'un mini-ordinateur.

Un autre système est à l'essai à la consultation de médecine générale du Pr. Henry Ducrot, à l'hôpital Necker. Là, par l'intermédiaire d'un terminal, les données fournies par un appareil classique de prise d'« électro », sont communiquées à l'un des ordinateurs du CITI (Centre Inter Universitaire du Traitement de l'Information), installés dans un bâtiment de l'ex « Nouvelle Faculté de médecine », au coin de la rue des Saints-Pères et de la rue Jacob.

L'interprétation écrite parvient immédiatement par le terminal sous forme de chiffres et d'une courbe — interprétables uniquement par un cardiologue ; et également, à la demande, en termes clairs, accessibles à n'importe quel médecin.

« Ou bien la machine ne nous indique aucune anomalie, dit le Pr. Ducrot. C'est le cas pour 80 % des patients venus à notre consultation. Ou bien elle donne l'alerte, signalant des troubles et leur interprétation possible. Auquel cas, nous aiguillons le patient vers le service voisin de cardiologie, avec son « électro » et les documents fournis par l'ordinateur ».

La feuille, en clair, livrée par la machine pour un des patients que nous avons vus examiner comporte, entre autres : « Bradycardie sinusale avec extrasystole supraventriculaire... Possibilité d'hypertrophie ventriculaire droite... Altération de la repolarisation... ».

« Si le système se révèle suffisamment fiable, pour dépasser le stade de l'expérimentation, indique le Pr. Ducrot, il pourra apporter une aide notable aux généralistes, dans la mesure où la baisse accélérée des prix permet d'imaginer, pour l'avenir, un terminal dans les cabinets privés ».

Déjà, des études réalisées sur certains systèmes d'interprétation informatisée de l'« électro » ont révélé : conclusions exactes dans 97 % des cas ; c'est-à-dire, performance équivalente à celle qu'atteindraient les meilleurs cardiologues.

L'accueil que suscite la lecture informatisée de l'électrocardiogramme chez la majorité des spécialistes est néanmoins très réservé.

La « livraison automatique » de l'interprétation du tracé est en effet ressentie comme un péril par le cardiologue, voire comme une atteinte à sa dignité de spécialiste. Dans le document contributif au rapport NORA-MINC, cité plus haut, on lit : « Le médecin généraliste risque de préférer confier à l'ordinateur le soin d'interpréter un ECG plutôt que de le confier à un cardiologue... Le cardiologue, privé du pouvoir exclusif d'interpréter un ECG perd, de ce seul fait, une partie de sa substance. On conçoit que les médecins résistent à cet éclatement par l'informatique du patrimoine intellectuel qui leur sert habituellement à affirmer leur identité de spécialistes ».

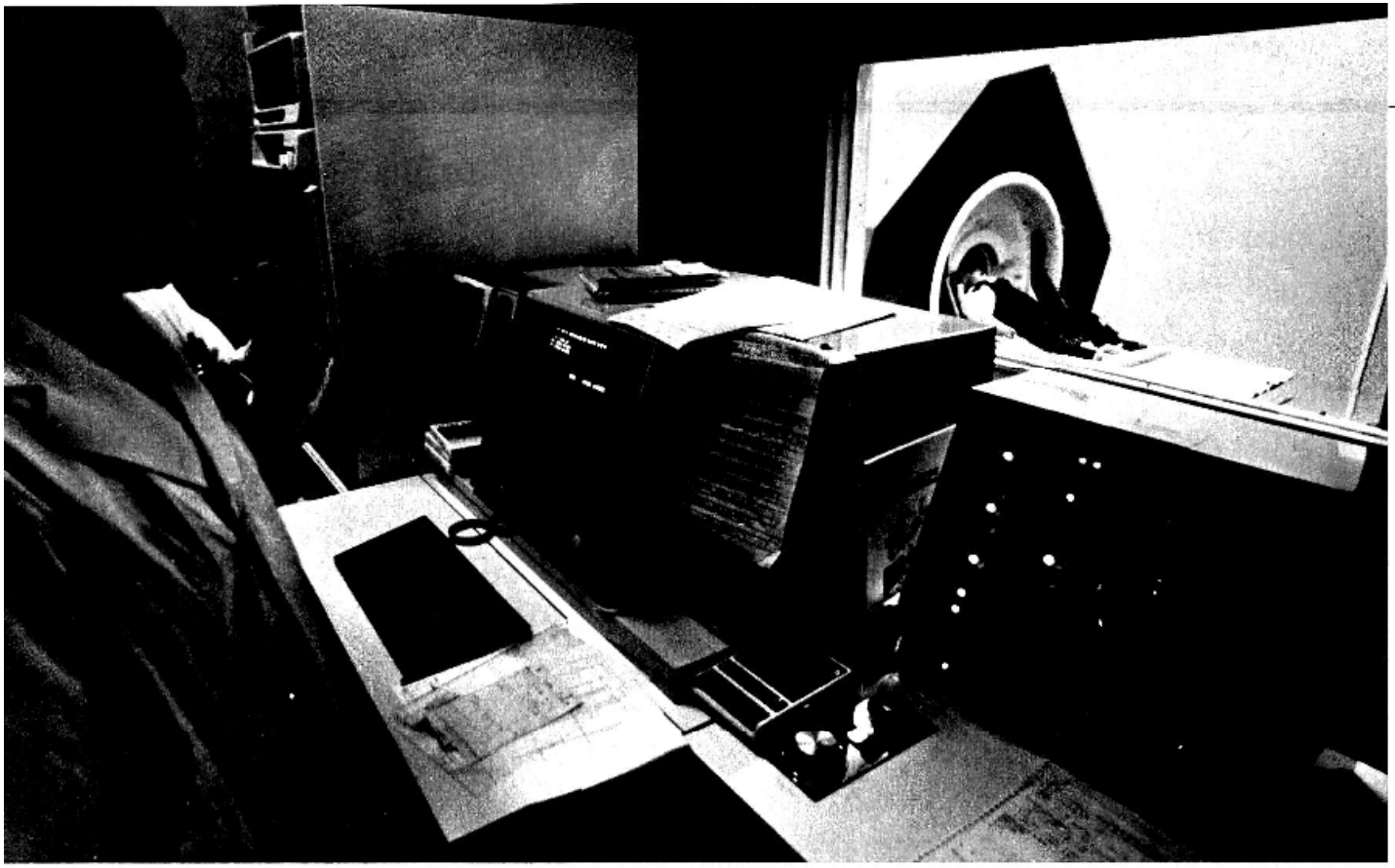
« Redoutables » — en ce sens — à plus fortes raisons, sont les perspectives futuristes d'utilisations d'ordinateurs capables d'aller bien plus loin encore que l'*aide* au diagnostic et à la décision thérapeutique. Capables même de remplacer le médecin.

Dans les services de réanimation, par exemple, où pour le moment, les patients sont placés sous monitoring (surveillance automatique des données biologiques).

« On a tort de parler de monitoring informatisé, dit M. Beer Gabel (Ministère de la santé). Que la machine donne l'alerte par un signal sonore ou visuel quand un cathéther se bouche ou quand survient un incident cardiaque, c'est de l'électronique, pas de l'informatique. La définition de l'informatique c'est : fournir des données gardées en mémoire et les traiter ».

Or, on s'achemine pourtant vers la mise au point de systèmes informatisés capables de déclencher d'eux-mêmes la modification adéquate du traitement d'un sujet en réanimation (perfusions, assistance respiratoire, etc.), dès

(1) Les objectifs du Pr. Derouesné n'ont par ailleurs rien à voir avec l'enseignement programmé de la médecine, évoqué dans l'article ordinateur et enseignement.



qu'ils auront dépisté une variation dangereuse de l'équilibre biologique du patient. On expérimente aussi des appareillages d'anesthésie automatisés et informatisés.

Bref, le concours permanent du médecin ne serait plus nécessaire. Le nombre de médecins indispensables pour surveiller une population de malades en détresse respiratoire ou circulatoire, ou bien pour assurer la sécurité de plusieurs sujets anesthésiés simultanément, diminuerait avec le perfectionnement de ces programmes informatiques. Car, ces appareillages renforceraient la responsabilité des auxiliaires médicaux auxquels — moyennant un complément de formation de ce personnel — ils pourraient être confiés.

Voilà pourquoi, tout comme les cardiologues évoqués plus haut, les anesthésistes-réanimateurs et bien d'autres spécialistes se sentent menacés : le développement de l'informatique médicale les frustrerait d'une partie de leur activité traditionnelle.

Moyennant quoi, les recherches, les expérimentations les plus audacieuses en matière d'informatique médicale ne sont encore que ponctuelles, partielles. « Les autres nations, même les États-Unis, ne sont pas plus avancées que nous en matière de développement des appareillages les plus sophistiqués d'aide à la décision » affirment les informaticiens. Une exception pourtant : le Canada a mis sur pied un réseau de télé-informatique pour l'interprétation de l'électrocardiogramme (il est vrai que, dans les contrées reculées du pays, les cardiologues font défaut...).

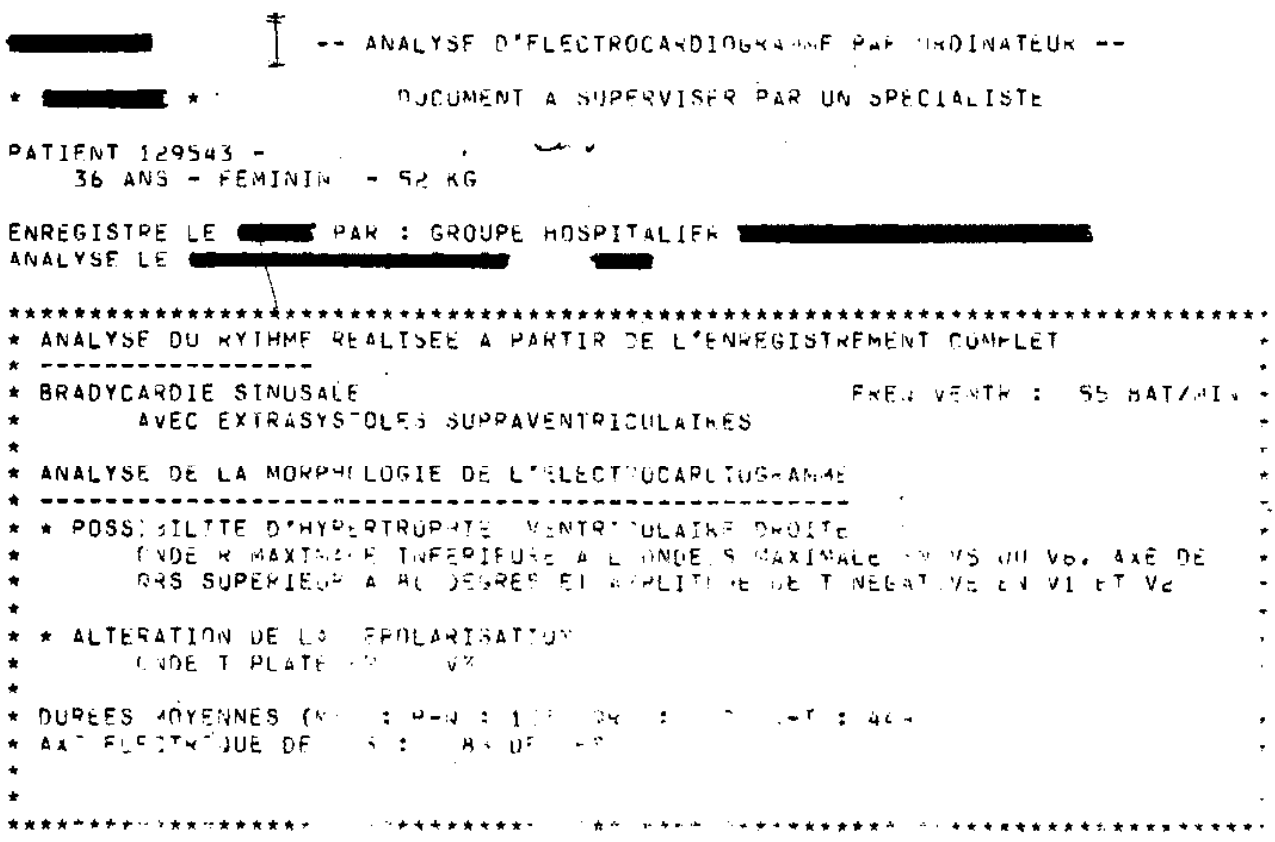
Jusqu'ici, note le Pr. Grémy, il faut dix ans d'études pour prendre en charge efficacement un hypertendu, un diabétique, une femme enceinte. Le développement de l'aide informatique à la décision pourrait en rendre capable des infirmières dont la formation correcte à ces méthodes serait assez rapide ».

LE CAS DU SCANNER. Dans ces conditions, on comprend que les médecins — surtout les spécialistes — n'acceptent, sans réticence, que les données mémorisées par un ordinateur dont il leur appartient de faire usage en pleine responsabilité : les banques de données en particulier (voir nos encadrés) et les analyses de laboratoire automatisées. Ils acceptent aussi, et même réclament avec insistance (le Ministère de la santé limite les autorisations d'achat) (1) l'usage d'un appareillage électronique — le scanner ou tomodensitomètre — qui permet une exploration impossible par toute autre méthode : le scanner fournit, sur écran de télévision, toutes les images possibles de la substance cérébrale elle-même — images strictement inaccessibles avant l'invention du tomodensitomètre crânien par l'Anglais Hounsfield.

AIDE A LA RADIOTHÉRAPIE. C'est en cancérologie qu'est acquise la plus large acceptation de l'aide à la thérapeutique par l'ordinateur.

Sur les 220 radiothérapeutes français, les deux tiers ont maintenant recours à l'ordinateur pour établir le programme d'irradiation adapté à chaque malade : positionnement des sources de rayonnement, positionnement du malade, calcul des doses auxquelles soumettre

(1) L'appareil lui-même, son utilisation, sont extrêmement coûteux ; et les études sur l'évaluation des bénéfices qu'il apporte en matière de santé ne sont pas achevées.



la zone à irradier suivant la nature, la taille, la localisation de la tumeur, définition des zones à protéger.

La méthode a été mise au point il y a une dizaine d'années à l'Institut Gustave-Roussy de Villejuif. Elle a consisté dans l'établissement de protocoles de traitements, innombrables pour chacun des cas rencontrés en cancérologie, et la mise de ces protocoles sur l'ordinateur de l'I.G.R.

Par la suite, l'I.G.R. allait communiquer ses protocoles aux autres centres anti-cancéreux disposant d'un ordinateur, et aussi au CITI de Paris (Centre Inter-Universitaire de Traitement de l'Information).

Le processus — questions-réponses entre les radiothérapeutes de la France entière et le CITI — est presque instantané. Le médecin envoie toutes les données concernant son malade et aussi le dossier de la tumeur, de la zone atteinte — selon des normes définies — par l'intermédiaire d'un appareil à téléphotocopie. Deux ou trois minutes plus tard, il reçoit en retour les indications sur le protocole à mettre en œuvre, en particulier ce que l'on appelle une *courbe d'isodoses*.

DIAPHANE ET ARTÉMIS. Recevoir chaque trimestre de la part d'un ordinateur une feuille ouvertement titrée « contrôle de qualité », voilà ce qu'ont accepté voici plusieurs années, les médecins responsables de 25 centres de dialyse (rein artificiel) français.

Ce n'est là qu'un aspect de l'opération *biolans médicaux informatisés* la plus complète, la plus précise du monde.

L'expérience a commencé en 1972, au centre de dialyse de l'hôpital de la Pitié — aujourd'hui cœur, à l'échelon national, du programme appelé Diaphane, patronné par la Société Française de Néphrologie.

Cela aurait pu n'être qu'une opération d'archivage de données, de gestion de dossiers médicaux. C'est davantage.

6 500 grands malades dont les reins sont « morts » survivent en France, grâce au traitement par le rein artificiel (en général, trois séances de dialyse par semaine). Pour plus du tiers d'entre eux (2 200 patients), chacune des séances de dialyse qu'ils subissent fait l'objet de plusieurs bordereaux codés tellement précis et complets qu'il est impossible de citer ne serait-ce que le dixième des données enregistrées sur leur état avant, pendant, après la dialyse ; sur le déroulement de la séance, les détails du traitement, les incidents éventuels... Les données (au total 7 000 fiches par mois pour l'ensemble des malades) sont transmises à l'un des ordinateurs du CITI. Une fois par mois (et bientôt à tout instant voulu — car le système va devenir conversationnel), chaque centre reçoit, d'une part, 9 tableaux récapitulatifs sur chacun de ses patients depuis le début du traitement ; d'autre part, 7 tableaux récapitulatifs de sa propre activité (entre autres : moyenne des divers bilans biologiques de tous les malades, indication de la moyenne nationale de ces bilans (tous centres réunis). Enfin, le cou-

L'analyse d'un électrocardiogramme par un ordinateur est une technique de pointe très efficace. Les statistiques révèlent en effet que les conclusions sont exactes dans 97 % des cas.

rageux document « contrôle de qualité » donne un bilan des éléments significatifs des 25 centres participants à l'opération DIAPHANE sous forme anonyme (chaque centre est désigné par un chiffre) (1). Les indications vont du type de traitement de l'eau au taux de survie des malades à 1 an, 2 ans et plus, en passant par le nombre des transfusions, des incidents, etc.

« Cela permet à chaque médecin de juger dans quelle mesure ses malades sont en bonne santé par rapport à ceux des autres centres, de se remettre en question souvent ; de chercher sans cesse à améliorer la qualité des soins en cherchant à découvrir pourquoi un autre centre a de meilleurs résultats que le sien, souligne le Dr Willy Rosenbaum, du Centre de dialyse de la Pitié ».

Outre cette incitation perpétuelle en perfectionnement des soins, le programme DIAPHANE, par sa banque de données inégalée, permet des études statistiques, épidémiologiques, des mises au point thérapeutiques de haut niveau (dernière publication parue : « La dialyse chez l'enfant »).

En principe, le programme DIAPHANE doit être étendu à l'étude des transplantations rénales — non sans réticences de la part de certains chirurgiens, moins disposés que les néphrologues à comparer leurs techniques et leurs résultats.

Sous le nom programme ARTÉMIS, une opération type DIAPHANE, mise au point par le même médecin informaticien, le Dr Degoulet, a commencé il y a deux ans dans le service Hypertension du Pr. Menard, à l'hôpital St-Joseph (déjà 4 500 dossiers sur ordinateur) et vient de s'étendre au service du Pr. Milliez, à Broussais.

Cela dit, tout laisse à penser que nous sommes encore loin d'un développement explosif de l'informatique de pointe en médecine — même si ses plus chauds partisans considèrent qu'elle devrait apporter, par son incitation à une plus grande rigueur, un remède au « mal dont souffre la médecine contemporaine : l'absence d'une bonne méthodologie » (2).

« Pour que les initiatives périphériques d'informatisation de la médecine portent tous leurs fruits à l'échelon national, il est nécessaire que celles qui auraient réussi puissent être portées à la connaissance de tous et avoir valeur exemplaire », écrivent les auteurs du document contributif au rapport NORA.

Mais de conclure, après ce vœu pieux, sur un ton autrement sceptique : « Les retombées sociologiques de l'informatisation de la médecine font apparaître clairement que les freins opposés... ne sont pas de nature technologique, ni même financière. Ils tiennent à ce que l'introduction de l'informatique dans toute activité sociale révèle à chacun des membres qui y participent, la fragilité de la position qu'il occupe ».

MADELEINE FRANCK

(1) *Si le centre X désire entrer en contact avec le centre Y, l'anonymat sera levé, par l'intermédiaire du CITI, si Y l'accepte.*

(2) *Pr. Grémy « Le Monde » du 4 mars 1976.*

UNE GRANDE ANGOISSE : ET LE SECRET ?

La mise sur ordinateurs de dossiers de santé suscite une grande angoisse : la crainte de fuites hors des milieux médicaux, d'un « fichage » de la population qui, s'il était détourné, constituerait une attaque aux libertés individuelles. Dans quels desseins ne risque-t-on pas de détourner ces renseignements ?

Exemple le plus significatif : l'institution en 1974 du système GAMIN (Gestion Automatisée de la Médecine Infantile) a soulevé de très violents remous de la part des syndicats médicaux, de l'Ordre des Médecins et de l'Académie de Médecine.

Une loi de janvier 1970 a, en effet, rendu obligatoire l'établissement de fichiers de santé pour tous les enfants à l'âge de 8 jours, 9 mois, 24 mois, à communiquer aux centres départementaux de PMI (Protection Maternelle et Infantile). Objectif : dépistage des enfants « à risques », études épidémiologiques.

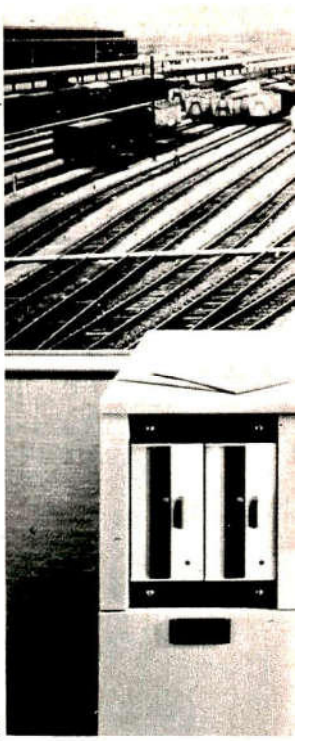
Quatre ans plus tard, avec la mise en place progressive de mini-ordinateurs départementaux, allait apparaître le système GAMIN (informatisation des dossiers, aujourd'hui réalisée dans 40 départements).

Devant le tollé soulevé par cette initiative, le Ministère de la santé a récemment ordonné des mesures qui devraient apporter des apaisements, si elles sont généralement respectées : entre autres, seuls les médecins de PMI doivent avoir accès aux fiches nominatives, l'ordinateur ne recevant que des dossiers *banalisés,* c'est-à-dire sans indication permettant l'identification des enfants. On a pris le maximum de dispositions pour éviter que les fichiers puissent être volés. Ils seront même détruits au bout de quelques années. Tout risque d'interconnexion avec un éventuel fichier scolaire doit être ainsi éliminé.

D'ailleurs, les premiers résultats publiés par le Ministère de la santé ont mis en évidence l'intérêt de l'information anonyme au plan statistique.

Photo Eugène Podolack Électronique.

1



2

L'INFORMATIQUE DÉCE

La diversification du matériel informatique a ouvert pour les entreprises de nouvelles possibilités d'organisation. Les fonctions de gestion étaient jusque-là assurées en totalité par un ordinateur central. Aujourd'hui, un certain nombre d'entre elles peuvent être décentralisées grâce aux mini-systèmes. Questions de choix qui font l'objet d'un débat d'experts en théorie des organisations, dont il ressort essentiellement la nécessité des études de cas.

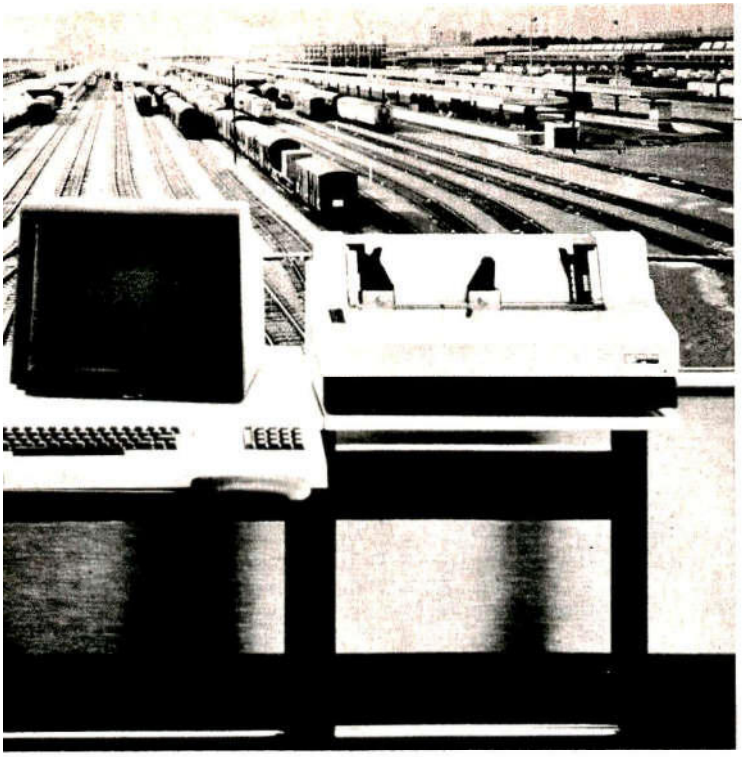
En 1980, chacun des quatre-vingt-dix magasins de la CANA, la troisième coopérative agricole de France, sera équipé d'un mini-ordinateur. Parmi les nombreuses coopératives qui ont entrepris d'informatiser leur gestion, la CANA est en fait la première à avoir opté pour une conception très décentralisée. Mais le succès de l'expérience en cours (24 magasins sont déjà en fonctionnement) suscite d'ores et déjà des émules et d'autres coopératives sont sur le point de la suivre dans cette voie.

Pour les entreprises à succursales multiples, il existe en effet depuis quelques années plusieurs systèmes informatiques qui permettent d'échapper aux inconvénients de la centralisation rigide impliquée par l'ordinateur traditionnel. La CANA dont le siège est à Ancenis (Loire-Atlantique) avait d'ailleurs débuté son informatisation en 1965 avec du matériel classique : un ordinateur à disques IBM 370 devait assurer la gestion de la coopérative à partir des rapports écrits fournis quotidiennement par chacun des magasins. D'où, une perte de temps considérable : au délai imposé par le processus de saisie de l'information (la transcription des documents sur cartes perforées) s'ajoutait un temps de transport important dans la mesure où les magasins sont dispersés dans sept départements. Si bien qu'il s'écoulait souvent plus de quatre jours entre une opération commerciale et son traitement comptable par l'ordinateur.

Une première amélioration fut certes apportée en 1974 avec l'installation d'un système de télétraitement qui, grâce à des terminaux installés dans les divers services du siège, permit une circulation plus rapide de l'information et une notable amélioration de la gestion, notamment en ce qui concerne les stocks. Mais il convint de trouver une solution plus radicale afin, d'une part, de gagner du temps dans les opérations de saisie de l'information et d'autre part, de donner à chaque magasin le moyen de contrôler immédiatement toutes les opérations le concernant.

La seule possibilité consistait dès lors à doter chacun des établissements de moyens informatiques suffisants pour disposer en temps réel des informations nécessaires à la conduite administrative de leur dépôt. Restait à faire le choix entre deux conceptions opposées : « informatique distribuée » ou « informatique répartie ».

La première, plus traditionnelle, consiste à installer dans chaque succursale un terminal relié par le réseau de télécommunications ou par une ligne privée à l'ordinateur central afin



Dans deux ans, tous les magasins de la Coopérative agricole de la Noëlle (1), en Loire-Atlantique, seront dotés de mini-ordinateurs permettant une gestion décentralisée de leur stock. En (2), des minis LX 3 065, en cours d'installation à la SNCF, sont reliés, pour certaines tâches, aux ordinateurs centraux, mais assurent aussi, entre autres, des fonctions de réservation locale et de gestion de personnel.

NTRALISÉE

de dialoguer avec ce dernier (voir schéma n° 1). L'utilisateur donne et reçoit des informations, mais toutes les opérations sont effectuées dans le site central où sont également localisées les mémoires. Un système qui a le défaut d'occasionner d'importantes dépenses pour la location de lignes téléphoniques spécialisées des P. et T.

Si de tels réseaux peuvent être rentables lorsque le nombre des opérations est très important tout au long de la journée, comme dans le cas des systèmes de réservation mis en place depuis de nombreuses années par les grandes compagnies aériennes, le coût des lignes est le plus souvent excessif dans le cas des petites entreprises. Ainsi, l'expérience de coopératives agricoles ayant adopté ce système, telle celle de Landernau en Bretagne, a montré que son exploitation réserve souvent de désagréables surprises.

La seconde conception, celle de « l'informatique répartie », tient compte de cette difficulté en prenant délibérément le parti de la décentralisation : c'est celle qui a été choisie par la CANA. A partir de toutes les opérations traitées dans chaque magasin, un mini-ordinateur central n'aura plus qu'à enregistrer, à intervalles plus ou moins réguliers, les données fournies par les succursales afin d'assurer la gestion globale de l'entreprise.

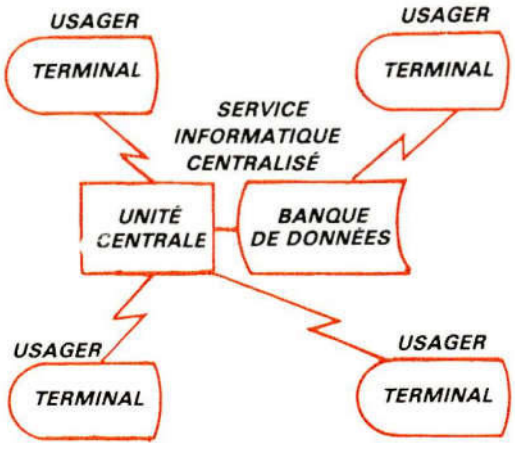
INFORMATIQUE RÉPARTIE ET INFORMATIQUE DÉCENTRALISÉE. Les responsables de la CANA, qui ont investi 4,5 millions de francs dans ce réseau d'un type nouveau, sont tout à fait confiants dans l'avenir : ils espèrent amortir la dépense en cinq ans au plus...

L'exemple de la CANA ne doit pas pour autant accréditer l'idée que « l'informatique répartie » est désormais la seule solution envisageable pour toutes les entreprises qui ont des activités géographiquement éparpillées ou dont les services administratifs sont très décentralisés. Mais il fournit la preuve que l'évolution des techniques, en permettant de produire des matériels à la fois moins chers, moins volumineux, plus fiables et plus performants, ouvre la voie à une grande variété de nouvelles configurations informatiques propres à répondre aux besoins particuliers des entreprises.

Il convient dans chaque cas d'être prudent et d'adopter une approche nuancée et « différenciante », pour reprendre le néologisme du professeur Bruno Lussato, spécialiste en organisation et ardent défenseur des mini-systèmes informatiques. Car il faut choisir l'organisation la mieux adaptée aux problèmes et à la structure de l'entreprise concernée, en tenant compte de son degré de centralisation, de la nature des informations à traiter, etc. « Il ne faut pas s'engager dans l'informatique répartie, écrit-il, avant de s'être demandé si la décentralisation est souhaitable. Car elle n'est valable que dans certains cas : ce n'est que là où un niveau de spécification et de différenciation est exigé, et où la créativité et la flexibilité sont des facteurs importants, que l'on doit décentraliser et répartir les systèmes informatiques » (1).

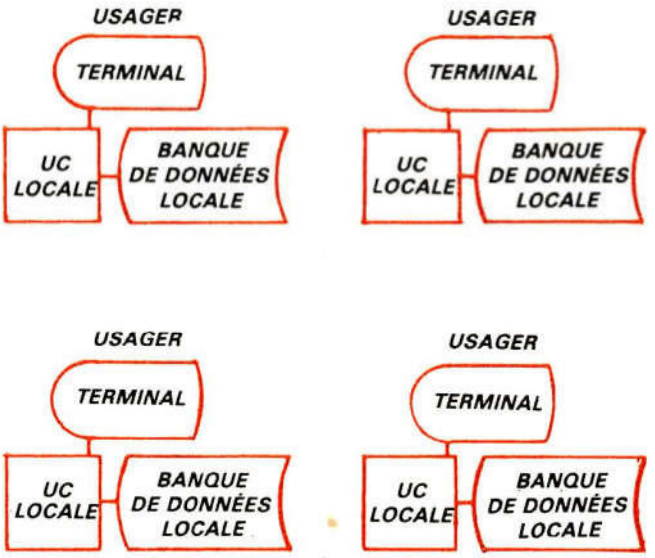
(1) 01 informatique Hebdo, 21 mai 1979.

SCHÉMA N° 1 :
Configuration centralisée à accès direct



Les lignes de télécommunications sont très chargées : liaisons spécialisées essentielles

SCHÉMA N° 2 : Configuration dispersée



Pas ou peu de lignes de télécommunications

Mais les avocats de l'informatique répartie — à savoir essentiellement les fabricants de mini-ordinateurs épaulés sur le plan théorique par le Pr Lussato — doivent faire face à une résistance très vive.

Car les fabricants de gros matériel informatique ne tiennent évidemment pas à voir une partie du marché leur échapper (1). La polémique qui oppose depuis plusieurs années le Pr. Lussato et IBM dans la presse spécialisée en est la meilleure preuve.

« L'informatique répartie », accusent les théoriciens de la grande firme multinationale, est une doctrine aveugle aux problèmes fondamentaux de planification, de coordination et de communication. C'est le retour aux modes de communication les plus archaïques. C'est la croyance à on ne sait quel mystérieux ordre naturel des choses pour réaliser le miracle de la cohérence » (2). Mettant l'accent sur la nécessité d'une gestion rigoureuse au niveau global de l'entreprise, ils recommandent pour leur part, l'usage d'un ordinateur central situé au centre d'un réseau de transmissions fonctionnant en temps réel. « L'informatique distribuée, poursuivent-ils dans le même texte, c'est la reconnaissance de la nécessité et de l'importance des communications entre les sites informatiques. C'est l'affirmation de la nécessité vitale d'une centralisation au niveau de la direction générale de la planification, de la coordination et de la stratégie informatique, etc. »

Une nécessité que ne nient d'ailleurs pas les partisans de la décentralisation car la diversité locale que celle-ci permet, précisent-ils, implique par ailleurs le renforcement de la coordination. L'informatique répartie ne consiste pas à amenuiser le contrôle de la gestion par les responsables du siège mais à accorder à chaque unité locale une autonomie de calcul qui peut être plus ou moins grande selon la quantité et la nature des informations à traiter. Et ce sont des considérations d'ordre à la fois organisationnel et financier qui détermineront

(1) Pas plus d'ailleurs que les responsables des services informatiques dans les entreprises, où existent des systèmes centralisés, ne souhaitent voir remises en cause les structures hiérarchiques.

(2) 01 informatique Hebdo, 21 mai 1979.

LA SECRÉTAIRE ET L'ORDINATEUR

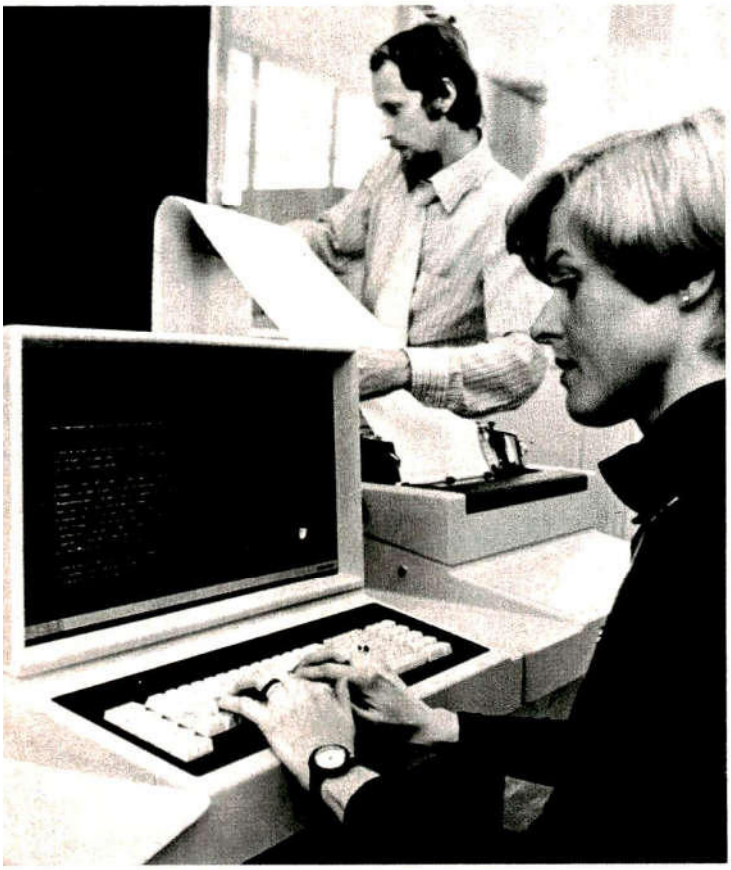
Le rêve de toute dactylo est en train de s'accomplir... La machine à écrire tape toute seule... Ainsi, la machine ne demande-t-elle qu'une simple impulsion pour frapper seule les petites phrases qui reviennent dans la correspondance : « J'ai le plaisir de vous accuser réception... »

En correspondance commerciale dans une lettre une seule ligne souvent concerne directement l'interlocuteur, tout le reste ne comporte que des formules de politesse et des formules administratives. Ceci relève d'un travail répétitif que la machine dotée de mémoire sait accomplir elle-même. Les machines de traitement de textes peuvent aussi retaper seules un texte en y portant les corrections que l'on aura programmées. Ces dernières, selon l'intelligence de la machine, peuvent aller de la simple correction de la faute d'orthographe à la restructuration complète d'un très long texte avec inversion de l'ordre des paragraphes.

Du traitement de textes, nous passons à la bureautique en établissant une liaison par le biais des télécommunications entre la machine et les autres outils tels que le télécopieur, le lecteur optique, les autres machines de traitement de texte et les ordinateurs. Par exemple, une fois terminée, une lettre est transmise directement à une autre machine qui la frappe à son tour, ou bien par le télécopieur relié au téléphone. Le temps d'acheminement est de l'ordre de quelques minutes (le télécopieur homologué par les P et T transmet un feuillet de 21 × 29,7 cm en 3 minutes).

On compte actuellement en France 20 000 machines de traitement de textes pour un parc de 2 200 000 machines à écrire de bureau.

Toutefois, derrière ce mot de machine de traitement de texte se cachent des matériels aux performances très disparates. Dans les gammes les moins évoluées techniquement se trouvent la machine à écrire électronique d'Olivetti ou le système 2000 de Triumph Adler qui sont construits autour d'un microprocesseur. La mémoire de la machine électronique est limitée à 1024 caractères et l'écran de visualisation à cristaux liquides n'affiche que



Une machine de traitement de texte : le TS 580 de Siemens.

quelques mots. Il constitue une réserve temporaire où s'inscrit le texte avant d'être transféré sur le feuillet de papier ce qui permet de corriger la faute de frappe avant qu'elle n'aille sur le papier. A l'autre bout de gamme, se trouvent les machines sur lesquelles la phase de frappe du texte a été complètement dissociée de celle de son impression sur le papier. Le texte frappé apparaît sur un écran cathodique qui peut contenir une page entière. Il peut, tant qu'il est sur l'écran, être manipulé autant de fois qu'on le souhaite et il ne sera couché sur papier par l'intermédiaire d'une imprimante qu'une fois complètement au point.

Ces machines sont équipées de bandes magnétiques, de disquettes ou de disques qui leur confèrent des mémoires allant de quelques dizaines de milliers de caractères à plusieurs millions. Elles ont été étudiées pour être d'un maniement très simple afin que toute dactylo n'ayant aucune connaissance en informatique puisse s'en servir après quelques jours d'initiation. La structure du langage adopté pour la machine dépend un peu de sa facilité d'utilisation. Dans les systèmes câblés, le langage informatique n'existe pas car le répertoire des opérations est figé. On fait alors appel à un répertoire de fonctions codifiées une fois pour toutes (mise en page du texte, rappel des formules enregistrées). A ces catégories appartiennent l'IBM Mémosphère à bande magnétique, la Xerox 801/802 à cassette, la Philips P5001 à cartes...

D'autres machines disposent de langages mais ceux-ci sont souvent stéréotypés et toujours d'un usage simple : Siemens, Secré, Rédactron, SMO, SMM.

Seules les machines ayant un langage évolué nécessitent l'établissement d'une programmation comme les mini-ordinateurs. Nous sommes là au point de jonction de l'informatique et du traitement des textes. C'est alors l'affaire de CII-HB, de Wang, de l'IBM Gat 32. Avec ces matériels, l'organisation du travail de la secrétaire est en voie d'être complètement transformé ; le classement des documents ne repose plus uniquement sur le papier mais aussi sur les données qui se trouvent sur les disquettes, ce qui demande moins de place mais suppose un effort d'ordre. Si l'information enregistrée n'a pas été correctement codifiée, elle devient impossible à retrouver. Toutefois la machine elle-même participe à l'établissement de la documentation car elle peut gérer des fichiers établis d'après le courrier ou des textes frappés.

Aussi à partir du poste de la secrétaire, s'établit un vaste réseau de connexions qui fait entrer la machine à écrire dans la ronde de la bureautique avec les photocomposeurs, les perforateurs de télex, les réseaux de télétransmission existants et à venir (Transpac, Caducée, Simplexcom), et bien sûr avec les autres ordinateurs. Aussi le poste de la secrétaire devient-il un véritable poste de commande qui gère les expéditions des informations ainsi que leur classement et leur analyse.

l'importance et la fréquence des échanges d'informations à prévoir entre les unités locales et l'ordinateur central.

Dans le cas des magasins de la CANA, par exemple, il était clair qu'une liaison permanente n'était pas nécessaire. On a donc choisi une configuration dispersée (voir schéma 2) dans laquelle les diverses unités locales remplissent l'ensemble de leurs fonctions sans être interconnectées avec l'unité centrale.

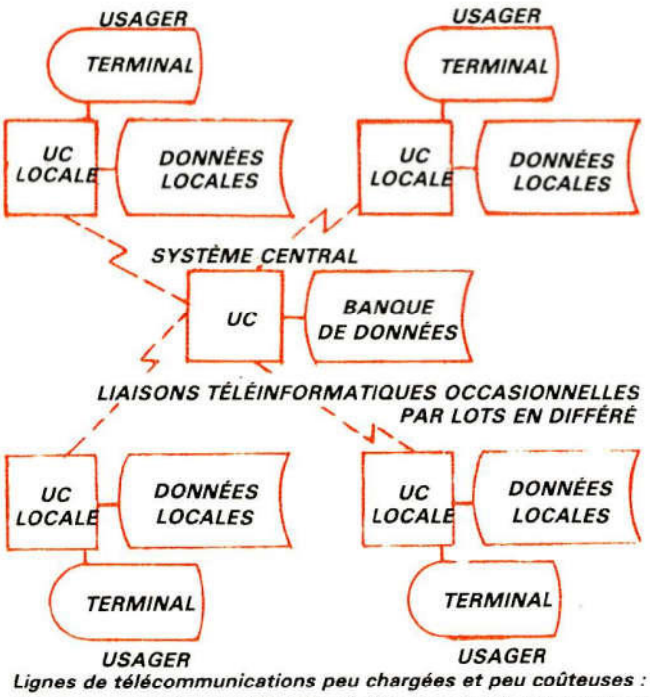
Chaque magasin dispose d'un mini-ordinateur Philips relié à un clavier spécialement conçu par l'entreprise française EPE (Électronique Podolak Eugène) : toutes les informations y apparaissent en langage clair sur un écran solidaire du clavier où l'on peut lire jusqu'à 16 lignes de 64 caractères.

Les procédures de travail sont très simples et ne nécessitent pas une information approfondie des magasiniers. Ils frappent les codes des produits ainsi que les quantités demandées par le client : les tarifs apparaissent sur l'écran tandis que l'ordinateur vérifie la comptabilité des commandes avec l'état des stocks. Pour réaliser la transaction, le magasinier doit ensuite frapper le numéro de code du coopérateur et indiquer le mode de règlement : un bon de sortie destiné à l'acheteur est automatiquement préparé par la machine.

En fin de journée, le responsable de chaque

En (1), un mini-ordinateur ITT permet, grâce à sa mémoire, l'affichage instantané de l'état d'un stock. En (2), une machine électronique à mémoire TES 401 Olivetti.

SCHÉMA N° 3 : *Informatique répartie entre sites utilisateurs et central*



Lignes de télécommunications peu chargées et peu coûteuses : réseau commuté ; ou utilisation de lignes spécialisées requises de toute façon aux heures creuses.

magasin devra consacrer seulement un petit quart d'heure aux tâches de gestion comparé aux trois ou quatre heures nécessaires, lorsqu'il fallait remplir à la main les formulaires destinées à alimenter l'ordinateur central.

Toutes les opérations ayant été enregistrées sur une disquette IBM compatible, une copie est effectuée par la machine. C'est ce duplicata qui sera envoyé par courrier ou par porteur au siège central de la coopérative où l'ordinateur se charge de tenir à jour les comptes des adhérents, de centraliser l'état des stocks et d'enregistrer l'ensemble des mouvements financiers. Dans le magasin même, il sera ensuite possible de produire divers documents récapitulatifs : l'inventaire des produits en stocks, la liste des articles qui ne se vendent pas depuis un certain temps ou encore celle des acheteurs les plus réguliers, etc. En fonction des informations parvenues du siège — également par l'intermédiaire d'une disquette —, il sera par ailleurs possible d'actualiser le fichier-produit en changeant par exemple les tarifs.

LA MAIRIE DE REIMS. Le système de transmission des informations par disquette, qui est particulièrement économique, ne convient que dans certains cas particuliers. Il est en fait assez rare que l'on puisse se passer de communications directes par lignes de télécommunications. Quand cela est possible, la solution la plus avantageuse consiste dès lors à utiliser ces lignes au moment où elles ne sont pas chargées, la nuit par exemple, quand il est possible de bénéficier de tarifs réduits. La communication se fera dans ce cas par lots, c'est-à-dire que les informations seront accumulées en paquets dans la mémoire du terminal en attendant l'heure propice à la transmission vers l'unité centrale.

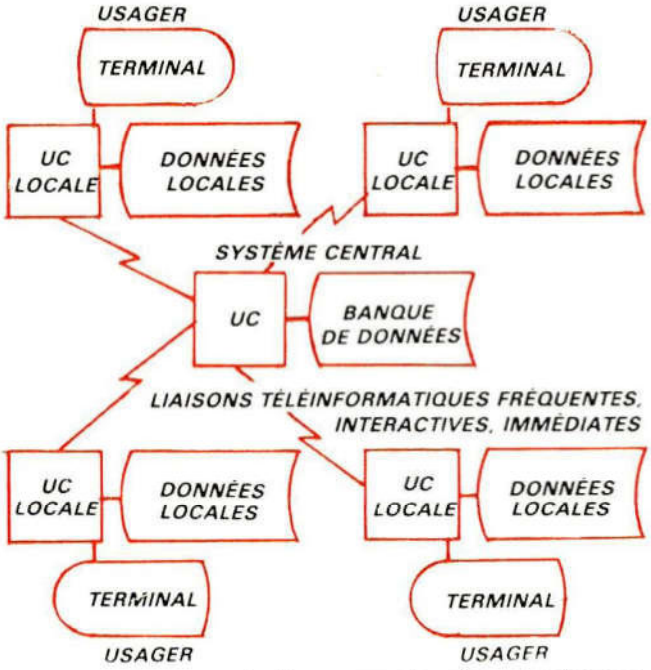
Le système informatique mis au point pour la gestion des fichiers de la mairie de Reims illustre parfaitement ce type de configuration informatique (voir schéma 3). Le problème à régler était celui du traitement en chaîne des énormes masses d'informations concernant les citoyens qu'une mairie doit brasser. Plutôt que d'utiliser inconsidérément le gros ordinateur Iris 45 (CII-HB) dont disposait déjà la mairie de Reims, on a préféré le compléter avec un système décentralisé utilisant le matériel Inforex 5000.

Il subsiste un fichier central qui sert de référence et qui contient l'ensemble des renseignements généraux concernant chaque individu résidant dans la commune (nom, prénom, date de naissance, adresse), mais chacun des cinq fichiers spécialisés (état civil, vaccination, scolarité, élections, routage) est géré de façon autonome. Les cinq services concernés disposent en effet de mini-ordinateurs à partir desquels ils peuvent exploiter, modifier, ou compléter leurs propres fichiers. La liaison avec l'unité centrale, qui intervient à un moment où celle-ci n'a pas d'autres tâches prioritaires à effectuer, permet de faire circuler l'information : un décès enregistré au bureau de l'état civil est par exemple signalé automatiquement aux autres fichiers. Tandis qu'une naissance entraîne, au bout d'un certain délai, l'inscription sur le fichier des vaccinations puis sur celui des services scolaires, etc.

1

2

SCHÉMA N° 4 : Informatique distribuée entre sites utilisateurs et central



Lignes de télécommunications assez chargées et coûteuses, mais requises aux heures de pointe autant qu'aux heures creuses.

A LA S.N.C.F. Il existe par contre des cas où une partie importante du traitement informatique peut se faire localement mais où des liaisons en temps réel sont une impérieuse nécessité. Exemple : l'informatisation du réseau ferroviaire. Pour la S.N.C.F., qui va peu à peu installer dans ses stations et dans ses centres de triage quinze cents mini-ordinateurs Logabax LX 3065, il convient en effet de faire assurer aux terminaux une multitude de fonctions très différenciées. Le système choisi, dont la configuration est illustrée par le schéma n° 4, juxtapose des activités autonomes à des fonctions interactives.

Le matériel retenu pour les unités locales comprend un terminal intelligent construit autour d'un micro-processeur, une mémoire de 32 K extensible jusqu'à 64 K, une unité de disque souple, un écran de 1 920 caractères, un clavier numérique et une imprimante. En ce qui concerne les activités autonomes, chacune de ces unités locales prendra totalement en charge la gestion du personnel de la gare et assurera l'émission des billets sur le réseau régional. Toute la comptabilité étant faite sur place, le contrôle de gestion s'effectuera à partir de relevés aux services centraux à intervalles réguliers par la poste ou par télécommunication pendant les heures creuses. Un dialogue en temps réel avec l'ordinateur central de la S.N.C.F., au moyen d'un réseau particulier, sera par contre nécessaire en ce qui concerne les réservations sur l'ensemble des réseaux nationaux et même internationaux ou pour la gestion du trafic marchandises.

L'exemple de la CANA comme celui de la S.N.C.F. montrent bien que l'informatique répartie ne vise à décentraliser que ce qui est décentralisable avec profit. Il s'agit non seulement de décharger les gros ordinateurs de toutes les opérations qui peuvent être effectuées par des mini-systèmes périphériques mais surtout d'enrichir la gamme des services offerts par le réseau informatique de l'entreprise. Parmi les avantages qu'offrent ces pyramides de mini-systèmes autonomes et plus ou moins différenciés selon les besoins locaux, on peut enfin signaler une moindre vulnérabilité aux pannes, une plus grande souplesse d'organisation et la possibilité d'enrichir le travail d'un certain nombre d'employés sans pour autant leur imposer une formation approfondie en informatique.

GINETTE BLÉRY
ET BERNARD KAPP

L'ORDINATEUR INDIVIDUEL

On peut classer les adeptes de l'informatique individuelle en deux catégories : Les « amateurs » — souvent des informaticiens de profession — avant tout intéressés par la construction de petites machines et par les problèmes de programmation. Les autres — le grand public — souhaitent disposer d'un outil prêt à servir. Cette seconde catégorie n'est pas, actuellement, la plus favorisée, compte tenu de la pauvreté des programmes d'application qui sont proposés.

Il y a quelques années seulement, la juxtaposition des termes *ordinateur* et *individuel* n'aurait eu aucun sens. Pour le grand public, l'ordinateur était une machine réservée aux grandes entreprises ou aux services publics, à laquelle il n'était pas question d'avoir accès. Factures de gaz et d'électricité, relevés bancaires, contraventions, telles étaient les manifestations de la machine dans la vie de l'individu...

Les récents progrès de la technologie, et surtout la percée des microprocesseurs, permettent aujourd'hui de construire des ordinateurs complets dont le prix est à peine supérieur à celui d'une télévision couleur. L'informatique arrive ainsi à la portée de monsieur-tout-le-monde. Au point que les petites machines seraient prêtes à pénétrer en masse nos intérieurs (et jusqu'à la cuisine...), pour nous assister dans notre vie quotidienne.

A L'AUBE DE L'INFORMATIQUE INDIVIDUELLE. La commercialisation, en 1975, du petit ordinateur Altair par la Société MITS (Micro Instrumentation and Telemetry Systems) a marqué aux États-Unis le point de départ du développement des micro-ordinateurs et de l'informatique individuelle. Vendu en *kit* (en pièces détachées) au prix de 398 dollars, Altair devait être prêt pour Noël 1974 et MITS prévoyait d'en vendre de 300 à 800 exemplaires en un an. Finalement, la sortie eut lieu en janvier 75 et, dès le mois de mars, 1 500 exemplaires avaient été expédiés. Pour promouvoir son produit, MITS organisait une exposition itinérante. Parallèlement, elle ouvrait, en juillet 75, à Los Angeles, son premier magasin de détail.

Les débuts de l'informatique individuelle peuvent en fait être trouvés à travers quatre groupes de produits : les kits, les calculatrices de bureau, les mini-ordinateurs de gestion de bas de gamme et les jeux vidéo. Les premiers kits avaient été produits par les fabricants de matériel électronique (Intel, Motorola, National Semiconductor...) pour permettre à leurs clients de tester les microprocesseurs destinés à la « grande informatique ». Mais des bricoleurs eurent très vite l'idée d'acheter des composants et de fabriquer eux-mêmes leurs propres petits ordinateurs. Du fer à souder à la programmation, un pas est franchi. Très rapidement, le mouvement « micro-amateur » acquiert ainsi une taille respectable. Des boutiques s'ouvrent, des clubs se forment, des revues circulent. Les « micro-amateurs » ont même leurs expositions-rencontres : en mai 76, le Festival de Trenton, sur la côte est des États-Unis, accueille 45 exposants et 1 500 participants. Fin août de la même année, la « Personnal computing » qui se tient à Atlantic City attire 4 500 personnes ; enfin, l'exposition d'informatique individuelle de la National Computer Conference de juin 1977, à Dallas, montre force micro-ordinateurs programmés pour jouer aux échecs, apprendre à piloter, etc. Tout cela contraste par sa fantaisie avec les expositions d'informatique traditionnelle.

QU'EST-CE QU'UN PSI ? En 1979, le petit système individuel (PSI) est en pleine évolution. Ses frontières avec les mini-ordinateurs, les calculatrices de bureau et les jeux vidéo restent imprécises, mais on peut cependant le définir en donnant certaines de ses caractéristiques de base. Un ordinateur individuel se compose habituellement d'une unité

Claude Roisse

A droite, l'Apple II, l'un de micro-ordinateurs personnels les plus vendus aux États-Unis. Doté d'une mémoire de 16 k, et couplé à un écran vidéo, il est capable d'applications multiples : gestion domestique, formation assistée, etc. Dans le même ordre de matériel, en bas, le L X 500 de Logabax, fabriqué en France, il dispose d'un microprocesseur d'origine américaine.

centrale construite autour d'un microprocesseur et d'une mémoire RAM (Random access memory), d'un écran ou d'une imprimante alphanumérique, d'un clavier et d'un lecteur de cassettes ; il est transportable, programmable par l'utilisateur ; il utilise un langage de programmation de haut niveau (Basic ou APL). Une personne seule peut dialoguer avec lui.

On peut étendre la capacité des petits systèmes individuels en y ajoutant de la mémoire (ils vont ainsi de 4 à 64 K octets) et des périphériques : disques souples, imprimantes, écrans cathodiques, claviers, lecteurs/enregistreurs de cassettes, table traçante, saisie acoustique, reconnaissance vocale, etc. C'est d'ailleurs son extensibilité qui en fait un objet intéressant pour les amateurs. Il peut dialoguer à distance avec d'autres systèmes informatiques en utilisant un coupleur acoustique et le téléphone.

Jusqu'à présent, le logiciel est le talon d'Achille de l'ordinateur individuel. L'essentiel du logiciel de base permet la gestion des périphériques indispensables et la programmation. Mais les logiciels d'application (programmes tout faits) se réduisent souvent à quelques jeux et à des applications domestiques d'une utilité discutable.

Aujourd'hui, un ordinateur complet en kit vaut entre 6 et 7 000 F aux États-Unis. Mais il faut compter le double en France. Le prix du bit de mémoire devrait cependant être divisé par cinq d'ici à 1983, ainsi que celui des circuits logiques. Vers 1985-1990, on devrait pouvoir se procurer un ordinateur individuel pour 500 à 1 000 F.

GADGET D'AUJOURD'HUI, OUTIL DE DEMAIN. Pour le moment, l'informatique individuelle est encore très loin d'être un marché de masse. Les prix des matériels sont encore trop élevés. De plus, le marché des entreprises a détrôné, pour un temps, celui du grand public. Certes, le rapport prix/performances des petits systèmes ne cesse de s'améliorer mais les configurations ne font que s'étoffer.

Aujourd'hui, les usages classiques des ordinateurs individuels (outre celui qui consiste à les assembler) sont donc essentiellement les jeux, et plus rarement, les applications de contrôle des *systèmes ménagers* (chauffage, alarme...). Mais ces applications sont peu de chose à côté de ce qu'il est permis d'espérer. A terme, les usages des ordinateurs individuels devraient être aussi divers que le permettra l'imagination des utilisateurs les plus inventifs. Un certain nombre d'utilisations viennent ainsi à l'esprit : boîte aux lettres électroniques (la réception des messages est automatique, ceux-ci sont mis en mémoire jusqu'à l'arrivée du destinataire) ; programmation des diverses opérations de gestion domestique (remboursements réguliers, tenue du budget) ; mémorisa-

tion des recettes de cuisine ; programmation des divers dispositifs de sécurité du foyer ; formation assistée par ordinateur, calculs scientifiques...

En fait, la première fonction de l'ordinateur individuel, à partir du téléphone et d'un écran, sera probablement la consultation (payante ou gratuite) de banques de données assimilable à un service de renseignements : petites annonces, annuaires téléphoniques, horaires train-bateau-avion, places de spectacle, chambres d'hôtels, météo, cours de la bourse, etc. La possibilité de consulter les lois et les procédures est ainsi à l'étude à l'Assemblée nationale et un système médical interactif semble déjà fonctionner avec bonheur aux États-Unis. Les freins à ce type d'applications seront essentiellement les procédures d'accès (faire en sorte que l'individu trouve facilement ce qu'il cherche), la tarification et les protestations que risquent de soulever ces banques de données au sein des professions concernées (médecins, juristes, par exemple). Dans un premier temps, il est probable que les banques de données seront réservées à des publics professionnels spécifiques.

Le particulier pourra aussi être en relation avec des administrations ou des sociétés : banques, assurances, sécurité sociale, impôts, allocations familiales...

LES PRINCIPAUX ORDINATEURS INDIVIDUELS EN VENTE SUR LE MARCHÉ

(liste non exhaustive des matériels les plus courants)

CB 6800

Constructeur : South West Technical Produits Corp. (USA)
Date de 1re commercialisation : 1975
En France : 1977

Unité centrale

Microprocesseur : Motorola 68000, 8 bits, 1 µs
ROM : 1 K
RAM : 4 K
Bus : 5550

Périphériques

Entrées sorties au standard V24 - 110 à 9 600 bauds série
Langage : machine et BASIC restreint (occupe 3 K RAM)
Documentation : manuel de montage, manuels 6800, manuel de BASIC restreint (12 p.)
Prix : 3 440 FF ttc chez Computer Boutique.

TRS 80

Constructeur : Tandy/Radio-Shack (USA)
Date de 1re commercialisation : août 1977
En France : avril 1978

Unité centrale

Microprocesseur : Zilog Z 80, 8 bits, 1,6 µs
ROM : 4 K
RAM : 4 K

Périphériques

Entrée : clavier alphanumérique 53 touches dont 15 à double fonction
Sortie : moniteur vidéo (compris) affichant 16 lignes de 64 caractères majuscules et graphiques (48 lignes de 128 rectangles)
Mémoire externe : magnétophone à cassettes (fourni).

Détails pratiques

Langage : BASIC restreint Niveau I en 4 K ROM
Documentation : manuel en anglais de l'utilisateur (en cours de traduction en français), résumé en français
Prix : 3 995 FF ttc dans les magasins Tandy.

Les extensions possibles peuvent soit être achetées avec la configuration initiale, soit être montées ultérieurement sans supplément de prix (un léger délai d'immobilisation est possible dans certains cas).

Ces extensions peuvent être du logiciel (BASIC étendu Niveau II en 12 K ROM pour 699 FF ttc) ou du matériel (16 K RAM pour 1 995 FF ttc).

L'utilisation de mini-disquettes (3 590 FF ttc) ou d'une imprimante (8 990 FF ttc) nécessite une boîte d'interface (2 090 FF ttc). Les mini-disquettes (jusqu'à 4) exigent de plus une mémoire RAM minimum de 16 K (32 K conseillés).

Signalons enfin, l'existence de mallettes pour faciliter le transport de l'ensemble moniteur vidéo, clavier, magnétophone et transformateur : 579 FF ttc.

P.E.T. 2001

Constructeur : Commodore Business Machines (USA)
Date de 1re commercialisation : octobre 1977
En France : 1978

Unité centrale

Microprocesseur : MOS Technology 6502, 8 bits, 2 µs
ROM : 14 K
RAM : 8 K
Bus : IEEE 488 (HP-113)

Périphériques

Entrée : clavier alphanumérique + graphique, 73 touches, 64 caractères ASCII, 64 caractères semi-graphiques
Sortie : moniteur vidéo intégré, 25 lignes de 40 colonnes, caractères majuscules et semi-graphiques ou minuscules dans une matrice 8 × 8
Mémoire externe : magnétophone à cassettes (intégré).

Détails pratiques

Langage : BASIC standard en 8 K ROM
Documentation : manuel de l'utilisateur et documentation technique en anglais ; manuel de l'utilisateur en français
Prix : 7 585 FF ttc chez A2R, la FNAC Montparnasse et les relais FNAC de province, les Galeries Lafayette Haussmann et en province

Parmi les extensions annoncées par Commodore (disquettes, extension mémoire, 2e magnétophone), seule est disponible actuellement celle qui permet l'utilisation d'un deuxième magnétophone.

APPLE II

Constructeur : Apple Computer Corp. (USA)
Date de 1re commercialisation : juin 1977
En France : septembre 1977

Unité centrale

Microprocesseur : MOS Technology, 6502, 8 bits, 0,9 µs
ROM : 8 K
RAM : 4 K
Bus : Apple II 50 broches

Périphériques

Entrée : clavier alphanumérique plus 2 poignées de jeu
Sortie : haut-parleur et sortie TV fournis
Mémoires externes : interface cassettes (fournie).

Détails pratiques

Langage : BASIC « entier » avec commandes

graphiques en 8 K ROM
Documentation : 1 manuel avec schémas, 2 manuels de programmation (BASIC « entier » et BASIC étendu), en français
Prix : 8 055 FF ttc chez Computer Boutique, dans les FNAC, aux Galeries Lafayette, chez ISTC et chez SONOTEC.

Parmi les options recommandées :
— extensions mémoire RAM de 4 à 48 RAM (configuration 16 K pour un prix total de 9 408 FF ttc),
— plaque ROM contenant le BASIC étendu, dont l'utilisation est indispensable lorsqu'il s'agit d'effectuer par exemple un programme de comptabilité.

Il faut prévoir de rajouter à l'Apple II non seulement un magnétophone, mais aussi un écran vidéo : noir et blanc (TV ou moniteur), ou couleur (TV). Le système peut alors fonctionner. Quelques problèmes mineurs subsistent au niveau des interfaces couleurs.

Parmi les accessoires optionnels : mini-disquette 116 K octets : 4 410 FF ttc ; interface modem ou imprimante 1 505 FF ttc.

L'Apple II se distingue surtout par ses possibilités graphiques, notamment en couleurs (d'où l'importance de la carte d'interface...).

LX 500

Constructeur : Logabax SA (F)
Date de 1re commercialisation : septembre 1978
En France : idem

Unité centrale

Microprocesseur : Zilog Z 80, 8 bits, 0,5 µs
ROM : 1,5 K
RAM : 16 K
Bus : Logabax

Périphériques

Entrée et sortie : néant ; se font par les interfaces V 24 du système
Mémoires externes : 1 minidisquette 90 K octets

Détails pratiques

Langage : BASIC étendu en 12 K RAM
Documentation : en cours d'écriture
Prix : 12 940 FF ttc chez Logabax, Euro Computer Shop et les Galeries Lafayette

Il convient de rajouter à ce système un terminal, par exemple de type console de visualisation, qui se branche directement sur l'un des deux accès RS 232 V 24.

Les deux types d'extension possibles sont une mini-disquette supplémentaire (le système s'appelle alors LX 515) et 16 K RAM supplémentaires. Les deux extensions coûtent chacune 3 530 FF ttc et peuvent être commandées indépendamment l'une de l'autre. Toutefois, il est recommandé de disposer de la version 32 K pour faire des applications de type gestion.

Source : L'Ordinateur Individuel N° 3 de décembre 1978.

PAYSAGE SOCIAL 1995. Toutes les tâches de saisie des informations et certaines transactions seraient ainsi progressivement décentralisées chez le particulier, soulevant par contre-coup la question de l'emploi des personnels de guichet. Selon certaines prévisions, les ordinateurs individuels entreraient dans les foyers un peu avant 1985 ; les plus enthousiastes déclarent même que d'ici à 1995 la totalité des ménages non économiquement faibles en seront équipés. Mais si un certain nombre d'obstacles pratiques sont déjà franchis, ou en passe de l'être, restent d'importantes résistances psychologiques : crainte d'une société immobile où chaque foyer reste dans sa tour d'ivoire (comme c'est parfois le cas avec l'usage abusif de la télévision) ; appauvrissement des rencontres physiques ; perte du goût de l'échange, climat explosif au sein des familles ; crainte des gigantesques fichiers mal contrôlés... Pour les optimistes, au contraire, grâce aux ordinateurs individuels, il ne sera bientôt plus nécessaire de vivre à proximité des lieux de production. Bon nombre d'employeurs offriront à leurs cadres et employés de rester travailler chez eux (les liaisons nécessaires avec l'entreprise se faisant par l'intermédiaire d'un petit système) et l'habitat sera plus dispersé, plus humain.

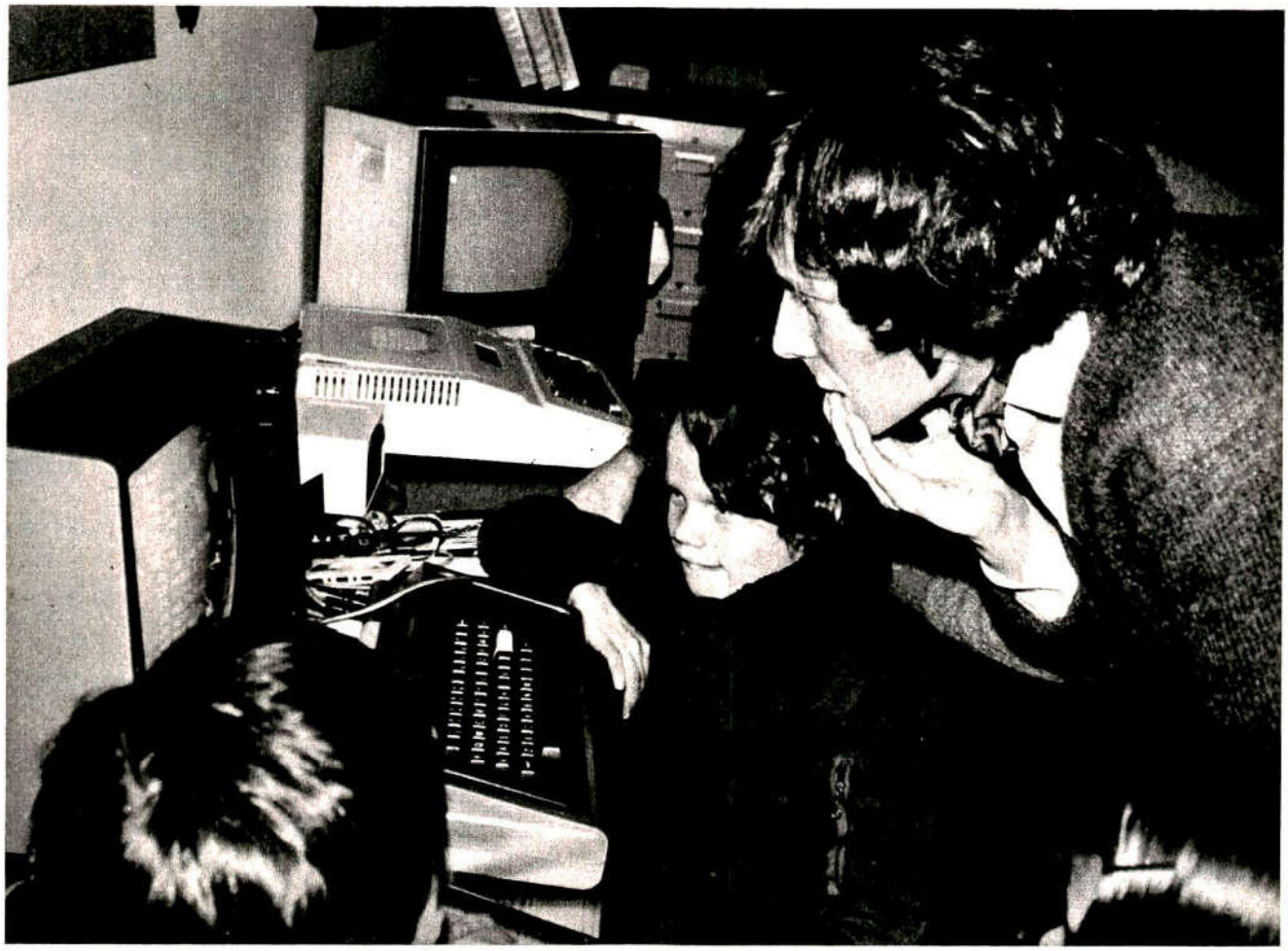
Deux types de développement sont donc possibles : le développement d'une électronique de « renfermement » dont les fonctions prolongent les fonctions actuelles des équipements ménagers ; et le développement d'une électronique de « l'ouverture » qui procède par branchements successifs de la maison vers l'extérieur, de la cellule privée vers l'espace public.

OÙ TROUVER UN ORDINATEUR INDIVIDUEL ? On peut classer les utilisateurs d'informatique individuelle en deux catégories : les « bricoleurs » qui s'intéressent à la technique et aux programmes, et ceux qui cherchent un appareil pour accomplir certaines tâches et ne veulent surtout pas savoir ce qui se passe dans la boîte noire. C'est la différence entre les « amateurs » et le grand public. A ces deux marchés correspondent deux approches commerciales.

Les boutiques spécialisées, tenues par des personnels qualifiés capables de développer des programmes d'application, répondent aux

J.-P. Bonnin

A gauche, la quatrième exposition Micro-Expo a regroupé à Paris en mai dernier, plus d'une centaine d'exposants et connu, avec 10 000 visiteurs, une affluence double de la précédente. Indice d'un intérêt croissant pour la micro-informatique que confirme le succès de plusieurs clubs tel le club Œdip où tous les mercredis, on initie des enfants à la programmation (à droite).



I. Masset

besoins des « amateurs » (qui sont dans la plupart des cas, paradoxalement, des professionnels de l'informatique...). Ils y trouvent les outils et les pièces détachées qu'ils cherchent, une gamme complète des types de matériels, un service après-vente, des publications spécialisées et.. beaucoup de conseils enthousiastes. Le second marché demande, quant à lui, de plus gros moyens publicitaires et des points de vente nombreux : grands magasins, grandes surfaces, vendeurs de matériels électroniques grand public ; ils se cantonnent souvent dans des matériels compact à grande diffusion et dans des matériels conçus pour un seul type d'application (jouer aux échecs, par exemple). En France, les grands magasins parisiens et la FNAC disposent d'un rayon d'ordinateurs individuels. Mais les boutiques restent peu nombreuses : quelques dizaines, contre plus de 500 dénombrées début 1978, aux États-Unis.

Ces deux types de circuits de distribution intéressent surtout pour le moment les constructeurs qui se sont spécialisés dans la réalisation des PSI. A l'inverse, les constructeurs traditionnels comme Hewlett-Packard, Wang, Olivetti, Tektronix, utilisent leur réseau commercial habituel. Mais ils s'intéressent de plus en plus à ce marché comme en témoigne une initiative récente d'IBM qui a ouvert sa première boutique dans la région Rhône-Alpes.

Dans l'ensemble, cette industrie est encore composée essentiellement d'entreprises petites ou moyennes, situées pour la plupart dans la « Silicon Valley » en Californie. Quelques grands groupes se manifestent, comme Commodore, Tandy, ITT, mais les grands de l'informatique n'ont pas encore réellement fait leur entrée massive sur ce marché. Cela ne saurait cependant tarder.

JOURNAUX, ASSOCIATIONS, CLUBS ET FORMATION. Aux États-Unis, on estime qu'en 1980 plus d'un million de ces matériels auront été fabriqués par des ama-

OÙ TROUVER DES ORDINATEURS INDIVIDUELS

A2R
95-97, avenue Émile-Zola, 75005 Paris, Tél. 578.88.19.

CELDIS
53, rue Charles-Frérot, 94250 Gentilly, Tél. 581.00.20

M. CHEMOUNI
34160 Suscargues

COMPTA FRANCE
3, route de la Reine, 92100 Boulogne, Tél. 603.76.40.

COMPUTER BOUTIQUE
149, avenue de Wagram, 75017 Paris, Tél. 754.94.33.

COMPUTER SHOP JANAL
12, rue Pasquier, 75008 Paris, Tél. 266.39.48.

42, rue de la Fuye, 37000 Tours.

6, cours d'Herouville, 69004 Lyon.

DATA SOFT
212, rue Lafayette, 75010 Paris, Tél. 205.38.71.

DEBELLE
13, rue Baptiste-Marcet, ZI Fontaine-Sassenage, 38600 Fontaine, Tél. (76) 26.56.54.

9 *bis*, rue du Bas-Chamfleur, 63000 Clermont-Ferrand, Tél. (73) 36.47.10.

Ets DECLA
44, rue du Maréchal-Joffre, 64000 Pau

DIESO
3, rue Capdeville, 33000 Bordeaux.

DOM
274, rue de Crequi, 69002 Lyon, Tél. 16.78.72.

DOM ALPES
45, avenue Alsace-Lorraine, 38000 Grenoble.

ELECTRONIC JL
97, rue des Chantiers, 78000 Versailles, Tél. 950.28.20.

EMR
185, avenue de Choisy, 75013 Paris, Tél. 581.51.21.

EURO COMPUTER SHOP
— 16, rue Louis-Pasteur, 92100 Boulogne, Tél. 825.82.52.

— 24, bd Anatole-France, 94190 Meudon, Tél. 626.14.54.

— 22, rue Jules-Verne, 13100 Aix-en-Provence, Tél. (42) 59.21.44.

FACEN
— 32, rue Oberlin, 67000 Strasbourg.

— 6, rue de la Loi, 68000 Mulhouse.

— 6, rue Émile-Rouzé, 59000 Lille, Tél. (20) 96.93.07.

— ZI d'Heillecourt, 54140 Heillecourt, Tél. (28) 51.00.05.

— Boulevard Industriel, 76800 St-Étienne-du-Rouvray, Tél. (35) 65.36.03 - 64.39.06.

— ZI rue Vauban, 67450 Mundolsheim, Tél. (88) 20.20.80.

FENNER GENÈVE
18, rue de Miremont, 1211 Genève 25, Tél. 022.47.89.48 - 022.47.89.49.

FLASH TELEX
16, rue de Lancry, 75010 Paris, Tél. 206.74.90.

FNAC
— MONTPARNASSE, 136, rue de Rennes, 75006 Paris, Tél. 544.39.12.

— CHATELET, 6, boulevard Sébastopol, 75004 Paris, Tél. 271.48.48.

— ÉTOILE, 26, avenue de Wagram, 75008 Paris, Tél. 766.52.50.

— LYON, 62, rue de la République, 69002 Lyon, Tél. (78) 28.50.22.

— MARSEILLE, Centre de la Bourse, 13231 Marseille, Tél. (91) 91.30.62.

— STRASBOURG, Maison Rouge, place Kléber, 67000 Strasbourg, Tél. (88) 84.22.66.

— GRENOBLE, Centre Commercial, 3, Grand-Place, 38100 Grenoble, Tél. (76) 09.46.63.

— METZ, Centre Saint-Jacques, 57000 Metz, Tél. (87) 74.50.27.

— MULHOUSE, 1, place Franklin, 68200 Mulhouse, Tél. (89) 42.09.55.

— GALERIES LAFAYETTE, 40, boulevard Haussmann, 75009 Paris, Tél. 282.34.56.

— Centre commercial du Polygone, 34000 Montpellier.

CEDIS
53, rue de Paris, 92100 Boulogne, Tél. 604.81.70.

GENERIM
Avenue de la Baltique, Z.A. de Courtabœuf, B.P. 88, 91403 Orsay, Tél. 907.78.78.

GEPSI
42, rue Étienne-Marcel, 75002 Paris, Tél. 233.61.14.

GR ÉLECTRONIQUE
17, rue Pierre-Semard, 75009 Paris, Tél. 285.46.40.

HEATHKIT
— 204, rue Vendôme, 69000 Lyon, Tél. (78) 62.03.13.

— 84, boulevard St-Michel, 75006 Paris, Tél. 326.03.13.

HEWLETT-PACKARD
B.P. 6, Quartier de Courtabœuf, 91401 Orsay, Tél. 907.78.25.

ICS FRANCE
90, avenue Albert-Ier, 92500 Rueil-Malmaison, Tél. 749.40.37.

ISTC
7, rue Paul-Barruel, 75015 Paris, Tél. 306.46.06.

JCS COMPOSANTS
FANATRONIC, 35, rue de la Croix-Nivert, 75015 Paris, Tél. 306.93.69.

Sté KA
6, rue Darcet, 75017 Paris, Tél. 387.46.57 - 387.46.55.

LOGABAX
146, Champs-Élysées, 75008 Paris, Tél. 359.61.24.

MÉTROLOGIE
Tour d'Asnières, 4, avenue de Cély, 92606 Asnières, Tél. 791.44.44.

MOTOROLA
17, avenue de Ségur, 75007 Paris, Tél. 551.50.61.

NORODATA
95, rue des Moines, 75017 Paris, Tél. 228.51.99.

SOCIÉTÉ OCCITANE D'ÉLECTRONIQUE
119, Chemin-de-Basso-Combo, 31300 Toulouse, Tél. (61) 40.05.15.

OFFSHORE ÉLECTRONIQUE
Le Bermuda, 06700 St-Laurent-du-Var.

OLIVETTI
91, faubourg St-Honoré, 75008 Paris, Tél. 266.91.44.

PENTASONIC
— PENTASONIC I, 5, rue Maurice-Bourdet, 75016 Paris, Tél. 524.23.16
— PENTASONIC II, 10, boulevard Arago, 75013 Paris, Tél. 331.56.46.

PRINTEMPS
64, boulevard Haussmann, 75009 Paris, Tél. 285.22.22.

PROTEUS INTERNATIONAL
53, rue de Paris, 92100 Boulogne, Tél. 604.81.70.

R.T.F.
73, avenue Charles-de-Gaulle, 92202 Neuilly-sur-Seine, Tél. 747.11.01.

SADIMO
17, rue du Lieutenant-Durrmeyer, 68320 Jebsheim.

SEDISECO
88000 Épinal.

SEEMI
7, rue des Boers, 44000 Nantes.

SONOTEC
5, rue François-Ponsard, 75016 Paris, Tél. 524.37.40.

TANDY
— 162, avenue Dunkerque, 59000 Lille, Tél. (20) 92.17.50.
— Centre commercial, Roubaix 2000, 59100 Roubaix.
— 89-91, rue de Bellevue, 92100 Boulogne-Billancourt.
— 10, rue Folkestone, 62200 Boulogne-sur-Mer.
— Rue des Béguines (place Perpignan), 62500 Saint-Omer.
— Centre commercial « Les Épis », 59450 Sin-le-Noble.
— 38, boulevard de la Paix, 56000 Vannes.
— 78, rue du Rempart, 59300 Valenciennes.
— 43, avenue E.-Billières, quartier St-Cyprien, 31300 Toulouse.
— 1, cours du 14-Juillet, 47000 Agen.
— 70, rue Meaulens, 62000 Arras.
— 14, avenue Jean-Moulin, 34500 Béziers.
— 91, rue Bringer, 11000 Carcassonne.
— 33, avenue Charles-St-Venant, 59000 Lille.

TEKELEC AIRTRONIC
Cité des Bruyères, rue Carl-Vernet, B.P. 2, 92310 Sèvres, Tél. 027.75.35.

TEXAS INSTRUMENTS
La Boursidière, RN 186, 92350 Le Plessis-Robinson, Tél. 630.23.43.

VITALIS Frères
182, avenue Cantini, 13008 Marseille, Tél. (91) 79.90.24.

Source : L'Ordinateur Individuel N° 3 de décembre 78.

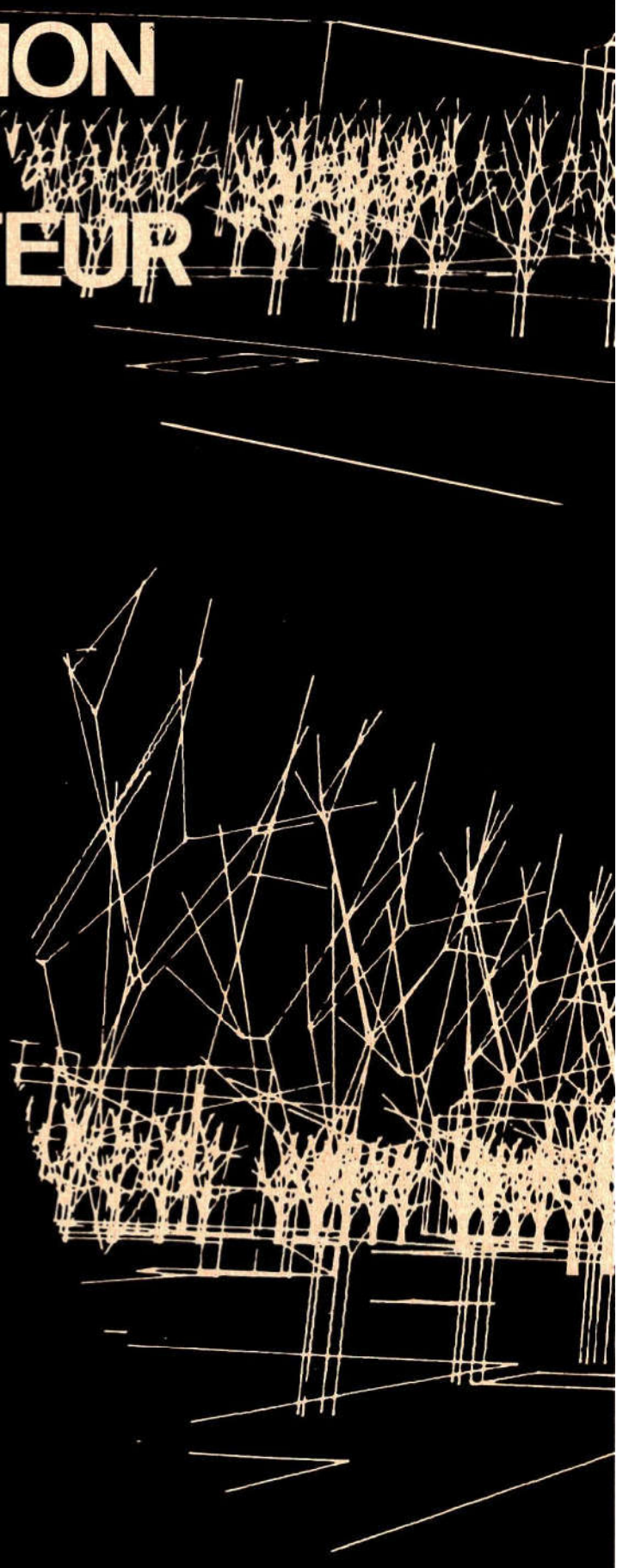
teurs ; en France, l'ordinateur individuel n'en est qu'à ses débuts, mais il laisse présager un développement comparable, toutes proportions gardées, à celui observé outre-Atlantique. La Silicon Valley, un des plus hauts lieux américains de l'électronique, compte plus d'une centaine de clubs où les adhérents échangent leurs expériences et s'informent de ce qui est proposé sur le marché. En France, la première association, l'Afin CAU, a vu le jour fin 1976, sous l'égide de l'Association française des informaticiens. Son but : réunir dans une optique d'entraide des personnes désireuses de construire un micro-ordinateur ; actuellement, la moitié des adhérents est constituée de techniciens en électronique ou électricité ; l'autre, de personnes touchant à la programmation dans les secteurs de la gestion et de l'industrie. Ainsi, ces associations où les initiés et les nouveaux venus échangent leur compétence sont essentiellement fréquentées par ce que nous avons appelé jusque-là les « amateurs » d'informatique individuelle. Le grand public, quant à lui, ne s'intéresse pas de si près à la machine.

On peut encore citer, en France, Œdip et Microtel Club (ce dernier bénéficie de l'aide de l'Administration et de celle du CNET qui lui permet notamment de récupérer des matériels qui ne sont plus utilisés). Il existe, en outre, des clubs regroupant les utilisateurs d'un même micro-ordinateur, tels le club Apple ou le club TRS 80. Ces groupements connaissent dans le monde un succès croissant : certains aux États-Unis dépassent 2 000 membres. Au Japon, un club atteint même le chiffre de 6 000 adhérents.

Par ailleurs, tous les fabricants de microprocesseurs organisent des séminaires d'information sur les produits qu'ils commercialisent. Des organismes indépendants des constructeurs (ICS, Sybex) dispensent une formation plus générale ; certaines grandes écoles également : ESIEE, INPG, CNAM, notamment. Des moyens audiovisuels sont aussi proposés (cassettes, cours magnétoscopés) et de nombreuses revues se consacrent à l'informatique individuelle : on en dénombre 15 aux États-Unis. Le plus fort tirage revient au mensuel Byte avec une diffusion de plus de 150 000 exemplaires. En France, on ne compte que deux publications spécialisées : l'Ordinateur Individuel et Micro-Système.

PATRICIA POUPAËRT

LA CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

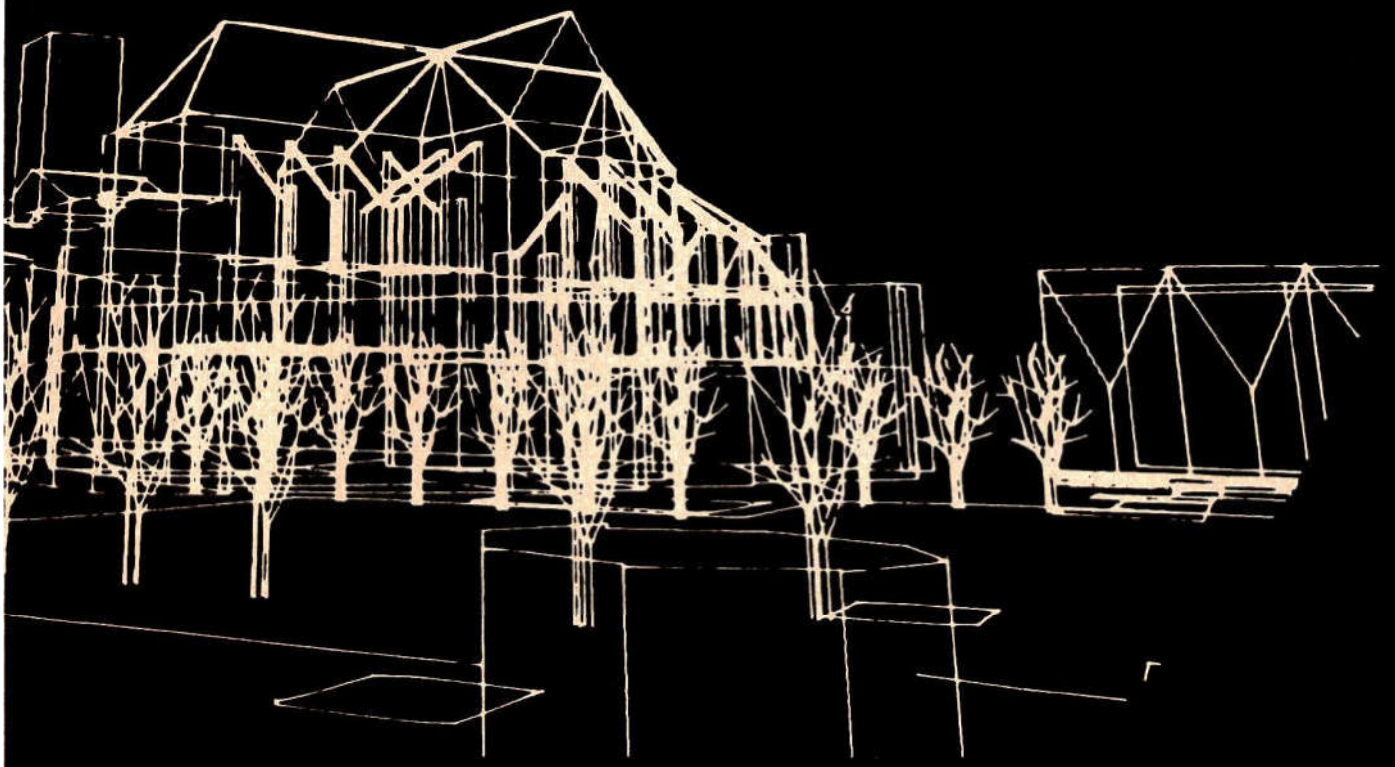


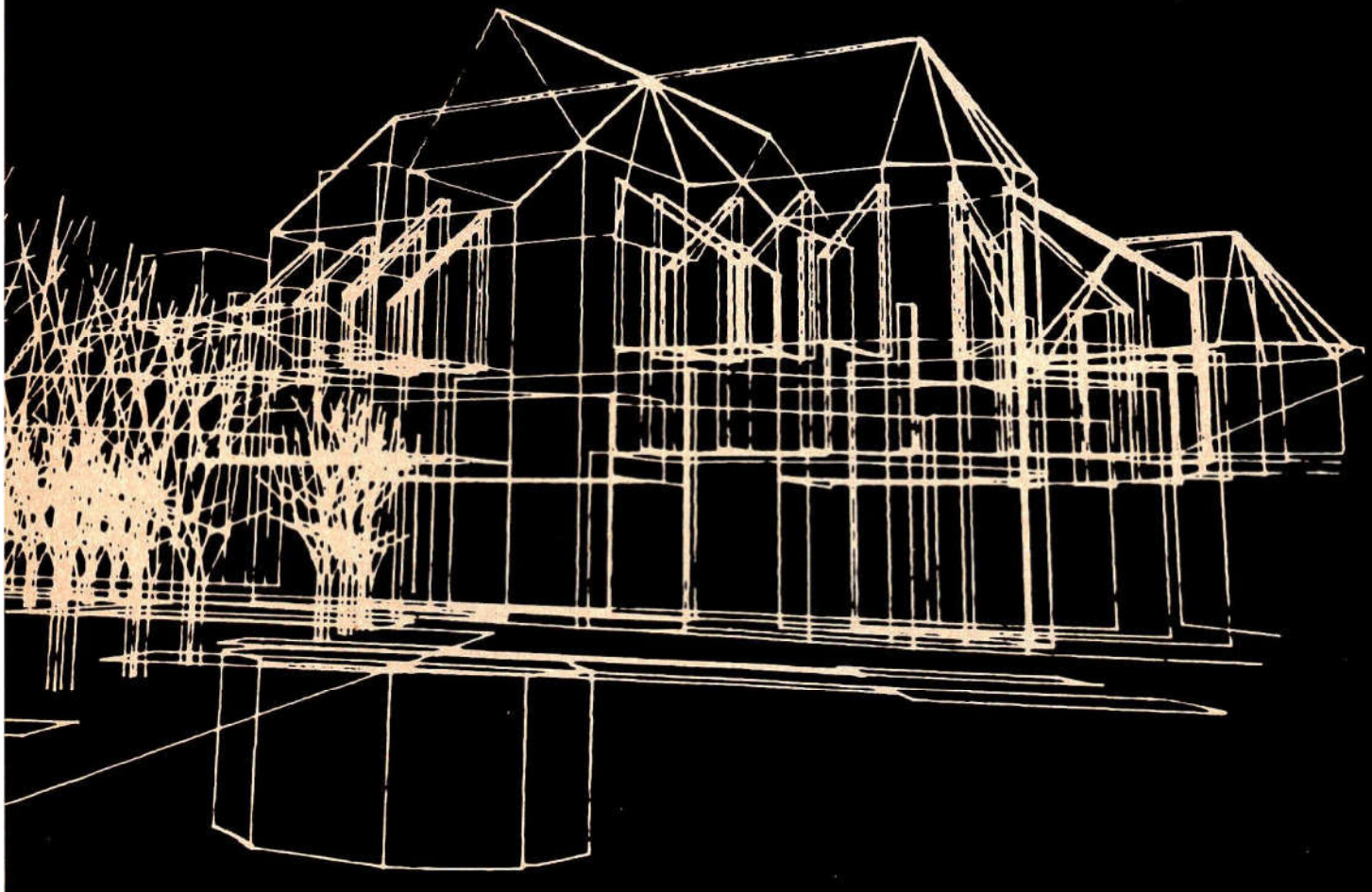
La conception assistée par ordinateur a un actif déjà important dans de nombreuses industries de pointe : électronique, automobile, industrie aéronautique, etc. Mais elle peut trouver sa place dans beaucoup d'autres secteurs moins « nobles ». C'est du moins, en France, le souhait des Pouvoirs publics. Une telle généralisation pose cependant le problème du « soft ». En France, les programmes actuels de C.A.O. sont surtout conçus pour de gros ordinateurs et non pour des machines à la taille de petites entreprises.

Un nouvel avion, une coque de bateau, un meuble existent d'abord dans l'esprit de leur inventeur. Si l'étape suivante est parfois le dos d'un paquet de cigarettes, c'est sur la table à dessin d'un bureau d'études que le projet trouve sa forme définitive. Ou plutôt trouvait, car au papier et au crayon se substitue aujourd'hui la console de visualisation, instrument privilégié d'une nouvelle méthode de création : la C.A.O., ou conception assistée par ordinateur.

La C.A.O. est avant tout une étroite collaboration entre l'homme et la machine. En les associant, on cherche à obtenir un meilleur résultat que si l'un ou l'autre était seul. La rapidité de l'ordinateur, son aptitude à stocker un grand nombre de données et à traiter plusieurs problèmes en parallèle, se combinent avantageusement à l'intuition, à l'esprit de synthèse et au sens de l'initiative de l'homme.

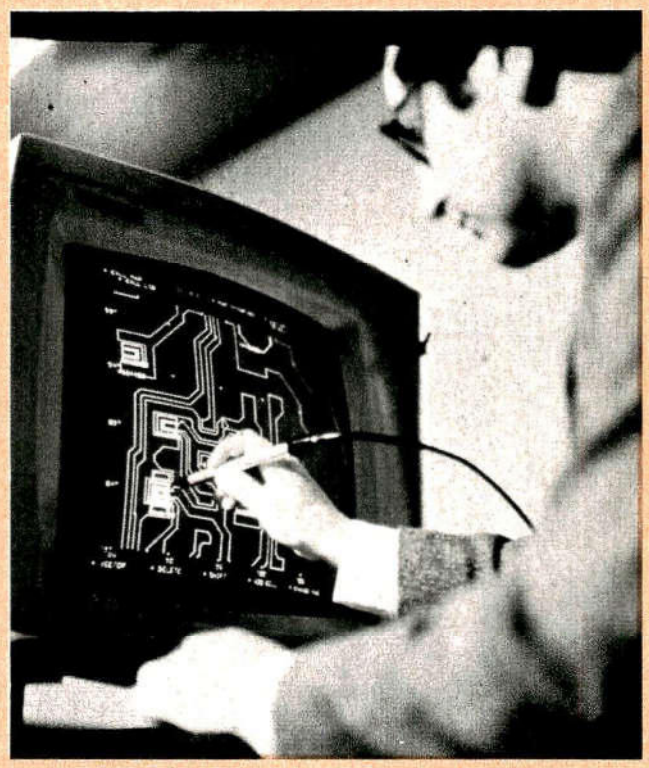
Dans la pratique, cette collaboration prend plusieurs formes. Si la tâche du « designer » est de tracer des plans, il s'agit bien souvent d'une stricte recopie de plans déjà existants. Un traceur graphique associé à un ordinateur dans lequel les plans sont stockés en mémoire





Deux perspectives différentes de l'Église Saint Eustache à Paris, présentées dans le projet d'aménagement des Halles conçu par l'Atelier Parisien d'Urbanisme (APUR). Le tracé de ces dessins a été réalisé par un ordinateur.

Grâce au crayon électronique (1), l'opérateur peut modifier directement sur l'écran le dessin qui y apparaît. Dans l'industrie textile, on a recours à la C.A.O. pour concevoir la forme des patrons (2).



IBM

permet d'automatiser ce travail fastidieux. D'où un gain de temps et d'énergie considérable.

Dans d'autres cas, le concepteur modifie des plans antérieurs. L'ordinateur conservant en mémoire tout le travail précédent fait là aussi gagner un temps précieux. Sur une console (qui n'est rien d'autre qu'un écran de télévision muni d'un « crayon électronique ») où apparaîtra le dessin d'une pièce mécanique ou d'un ensemble architectural, l'opérateur se contentera de changer ce qui doit l'être. Et l'ordinateur se chargera du reste.

Si l'ordinateur peut dessiner, il sait aussi calculer, ce qui permet d'aller beaucoup plus loin. Lorsqu'un architecte naval conçoit une coque de voilier, sa tâche ne se borne pas au tracé d'un plan. Il doit savoir si, une fois réalisée, la coque qu'il a dessinée aura un bon comportement sur l'eau : flottabilité, résistance, etc. Armé d'une calculatrice de poche et de ses connaissances en hydrodynamique, il lui faudra peut-être une bonne semaine pour traiter son hypothèse de coque. Avec une table à dessiner automatique et un ordinateur programmé spécialement, notre architecte étudiera, dans le même temps, toute une série de possibilités dont il retiendra la meilleure. Une fois la structure dessinée, il la fera tester par l'ordinateur, introduira des modifications, les soumettra à un nouveau test, et ainsi de suite.

Dans une entreprise industrielle, un tel système peut être associé à un ensemble d'autres services. Par exemple, des banques de données permettant d'évaluer le prix de l'objet conçu, ou de savoir si les pièces ou la matière première nécessaires sont disponibles. Ou encore des programmes pilotant une machine-outil automatique qui exécutera une maquette, un prototype, ou l'objet lui-même.

DES CIRCUITS INTÉGRÉS... A LA CHAUSSURE. Si elle représente toujours un gain de temps et de productivité, si elle permet souvent de réaliser, à prix égal, un objet de meilleure qualité, la C.A.O. est, dans certains secteurs, strictement indispensable. Historiquement, l'un de ses premiers domaines a été la conception de circuits électroniques. Un réseau électrique peut être analysé au moyen de fonctions symboliques qui décrivent les caractéristiques de chaque branche du réseau. Un programme adéquat effectuera tous les calculs nécessaires sur ces fonctions. Par ailleurs, le dessin des circuits intégrés actuels met en jeu un nombre considérable d'informations graphiques. L'aide d'un ordinateur et des moyens de visualisation associés est désormais indispensable à l'ingénieur qui traite ces informations. De fait, l'emploi de la C.A.O. est aujourd'hui la règle dans l'industrie des composants et des circuits intégrés.

Toutes les industries qui nécessitent le dessin de formes complexes font de plus en plus fréquemment appel à la C.A.O. : l'aéronautique (avec, en France, la SNIAS et Dassault), l'automobile, la construction navale, etc. La Renault 14, la fameuse « poire », doit peut-être son succès à l'ordinateur. L'architecture et l'urbanisme ouvrent également un immense champ d'applications. L'ordinateur permet d'étudier un projet sous un grand nombre de perspectives différentes, et ainsi d'optimiser la disposition des différents éléments.

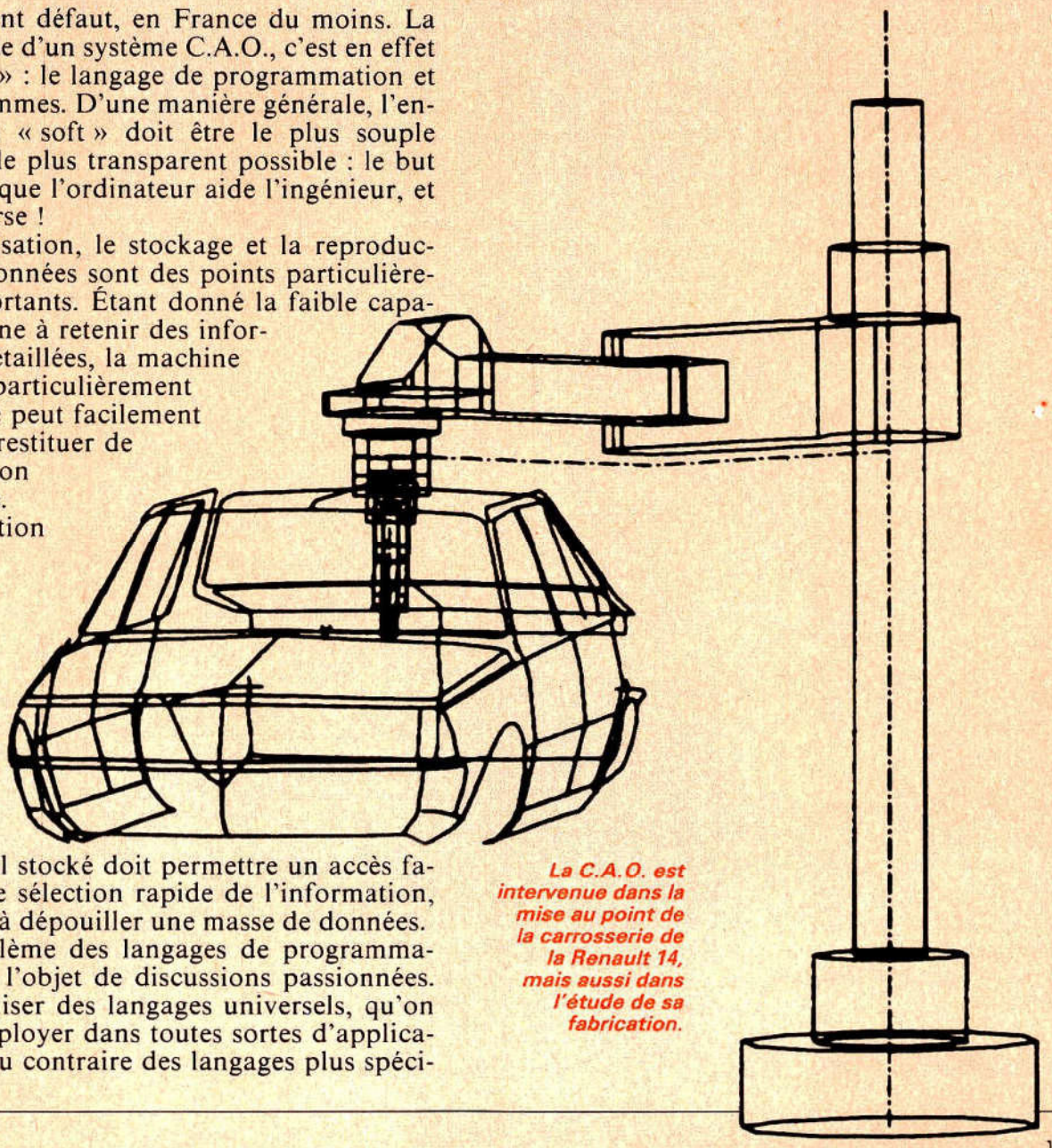
Si on peut envisager d'autres secteurs plus inattendus, comme le meuble ou la chaussure, certains craindront sans doute qu'une telle généralisation de l'informatique n'aboutisse à produire des objets de plus en plus stéréotypés. En fait, le résultat peut être opposé : par exemple, pour un modèle de chaussure, on pourrait imaginer que l'ordinateur effectue toute une série de variantes, selon les goûts ou les exigences individuelles. Si la production industrielle est aujourd'hui uniformisée, l'informatisation peut et doit non pas accentuer cette uniformité, mais la faire reculer. Reste à savoir quelle conception prédominera...

LE TRAITEMENT INTERACTIF. S'il n'est guère difficile de trouver des applications industrielles où la C.A.O. aurait son rôle à jouer, ce sont par contre les programmes qui

M. Wahlberg - SAFTRA

font souvent défaut, en France du moins. La clé de voûte d'un système C.A.O., c'est en effet son « soft » : le langage de programmation et les programmes. D'une manière générale, l'ensemble du « soft » doit être le plus souple d'emploi, le plus transparent possible : le but du jeu est que l'ordinateur aide l'ingénieur, et non l'inverse !

L'organisation, le stockage et la reproduction des données sont des points particulièrement importants. Étant donné la faible capacité humaine à retenir des informations détaillées, la machine se rendra particulièrement utile si elle peut facilement stocker et restituer de l'information temporaire. L'organisation du matériel stocké doit permettre un accès facile, et une sélection rapide de l'information, sans avoir à dépouiller une masse de données.

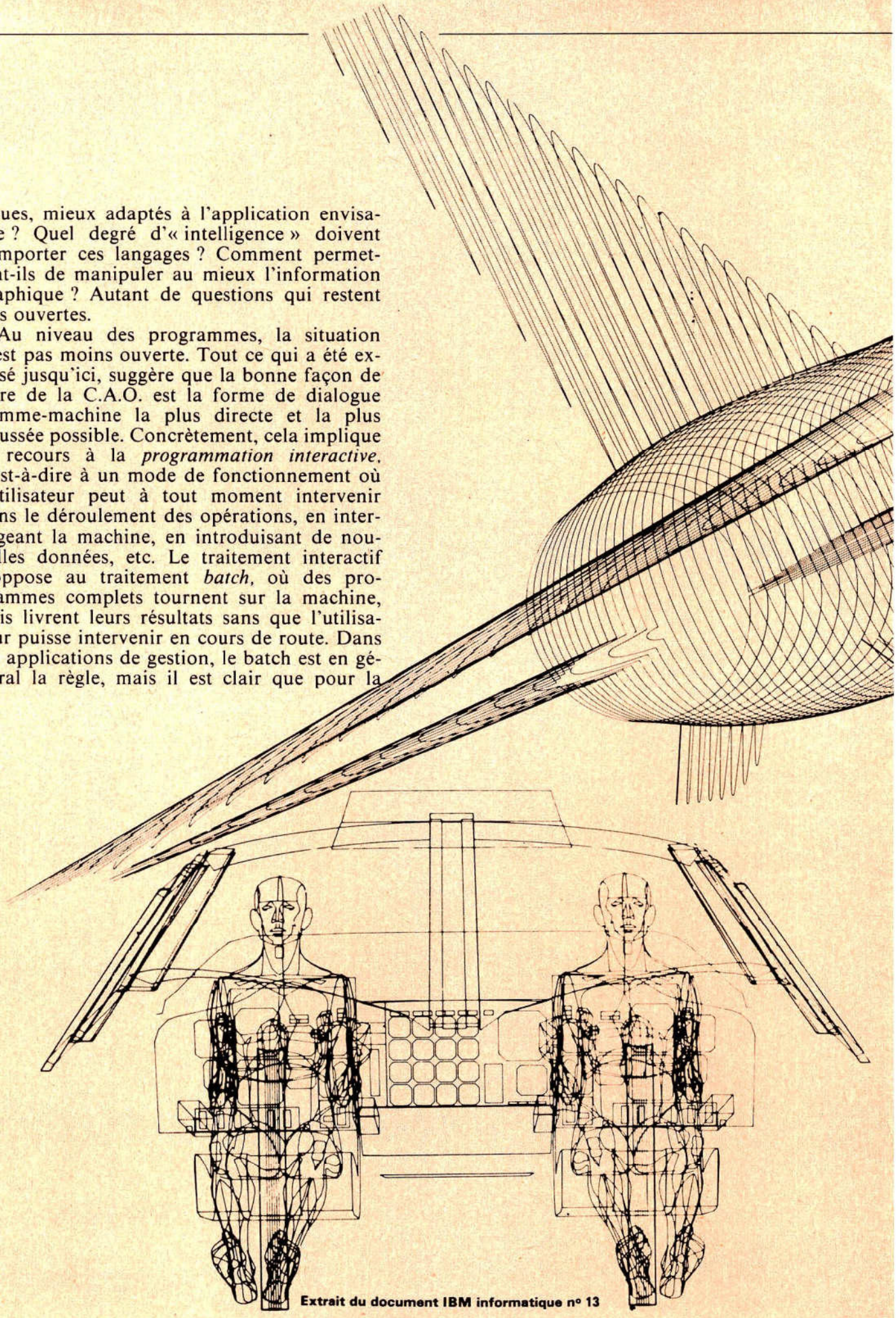


La C.A.O. est intervenue dans la mise au point de la carrosserie de la Renault 14, mais aussi dans l'étude de sa fabrication.

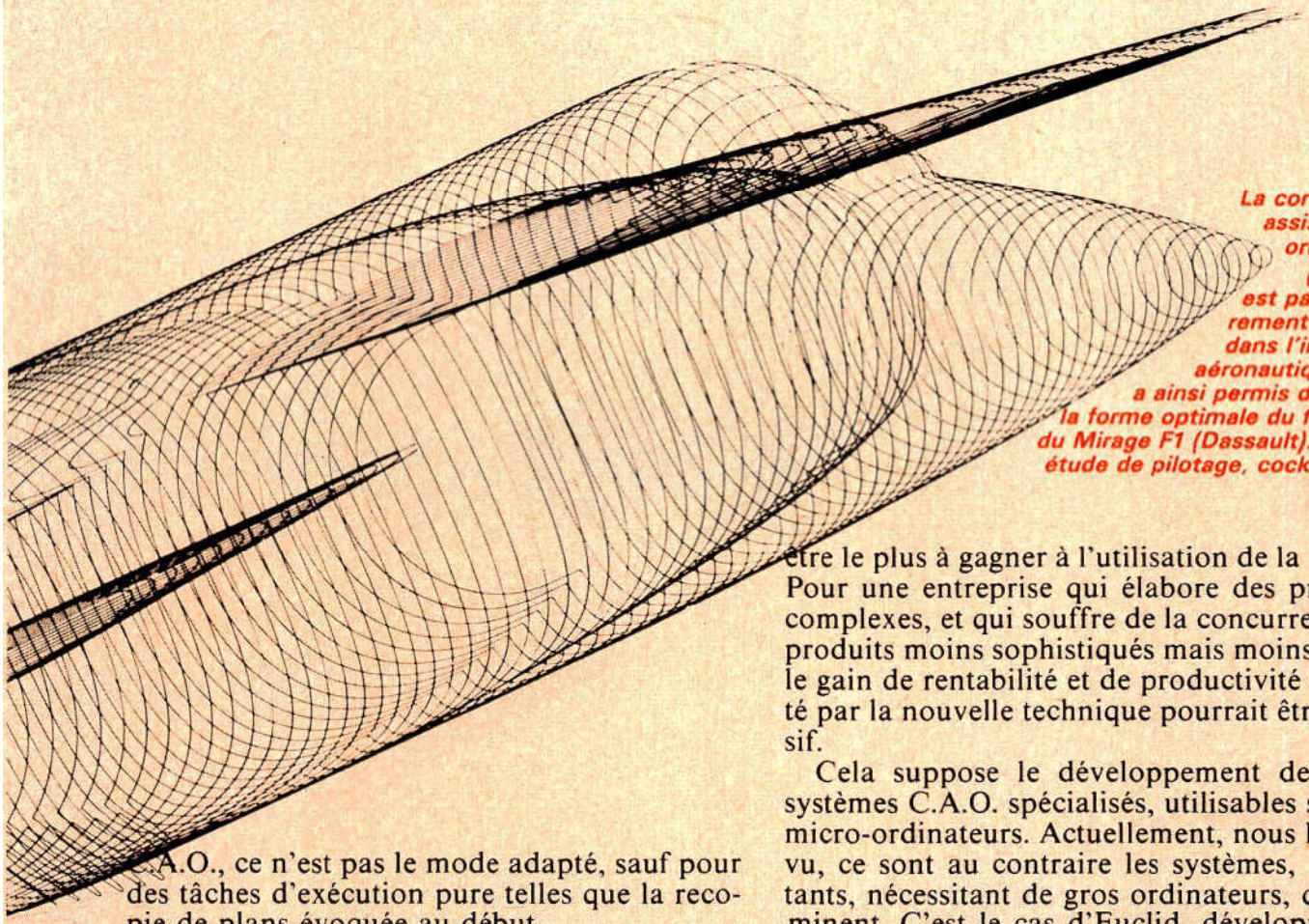
Le problème des langages de programmation a fait l'objet de discussions passionnées. Faut-il utiliser des langages universels, qu'on pourra employer dans toutes sortes d'applications, ou au contraire des langages plus spéci-

fiques, mieux adaptés à l'application envisagée ? Quel degré d'« intelligence » doivent comporter ces langages ? Comment permettent-ils de manipuler au mieux l'information graphique ? Autant de questions qui restent très ouvertes.

Au niveau des programmes, la situation n'est pas moins ouverte. Tout ce qui a été exposé jusqu'ici, suggère que la bonne façon de faire de la C.A.O. est la forme de dialogue homme-machine la plus directe et la plus poussée possible. Concrètement, cela implique le recours à la *programmation interactive*, c'est-à-dire à un mode de fonctionnement où l'utilisateur peut à tout moment intervenir dans le déroulement des opérations, en interrogeant la machine, en introduisant de nouvelles données, etc. Le traitement interactif s'oppose au traitement *batch*, où des programmes complets tournent sur la machine, puis livrent leurs résultats sans que l'utilisateur puisse intervenir en cours de route. Dans les applications de gestion, le batch est en général la règle, mais il est clair que pour la



Extrait du document IBM informatique n° 13



La conception assistée par ordinateur (C.A.O.) est particulièrement utilisée dans l'industrie aéronautique. Elle a ainsi permis d'étudier la forme optimale du fuselage du Mirage F1 (Dassault). En bas, étude de pilotage, cockpit d'un avion Boeing.

A.O., ce n'est pas le mode adapté, sauf pour des tâches d'exécution pure telles que la recopie de plans évoquée au début.

Lorsqu'il s'agit véritablement de conception, étant donné le mode de raisonnement de l'homme, sa capacité à introduire expérience, imagination et jugement dans le calcul, un programme interactif devrait être conçu de telle façon que sa logique même puisse être directement influencée en cours d'exécution. Le programme doit comporter aussi une certaine dose d'intelligence, d'aptitude à résoudre les problèmes que l'utilisateur sera amené à poser. Par exemple, en reprenant le cas de l'architecte naval qui étudie une coque de voilier : quel sera l'effet de telle ou telle modification sur la résistance de la structure, sur la flottabilité, etc.

Tout cela suppose un gros effort de recherche. Fondamentale, pour ce qui concerne l'intelligence artificielle, la représentation et le stockage des connaissances, les langages de programmation. Plus terre à terre, pour l'étude de telle ou telle application particulière.

CONCEVOIR DE PETITS SYSTÈMES.

La France semble, en C.A.O., accuser un certain retard. Les programmes sont souvent trop spécialisés ou trop imprécis ; de plus, ils sont conçus pour de grosses machines, inaccessibles à une entreprise de taille modeste. Or ce sont précisément les « PME » qui ont peut-être le plus à gagner à l'utilisation de la C.A.O. Pour une entreprise qui élabore des produits complexes, et qui souffre de la concurrence de produits moins sophistiqués mais moins chers, le gain de rentabilité et de productivité apporté par la nouvelle technique pourrait être décisif.

Cela suppose le développement de petits systèmes C.A.O. spécialisés, utilisables sur des micro-ordinateurs. Actuellement, nous l'avons vu, ce sont au contraire les systèmes, importants, nécessitant de gros ordinateurs, qui dominent. C'est le cas d'Euclid, développé a la Faculté d'Orsay, et spécialement conçu pour représenter des objets en trois dimensions ; ou d'Unisurf, inventé à la Régie Renault.

C'est pourquoi la Direction des industries électroniques et informatiques (DIELI) du Ministère de l'industrie s'efforce de sensibiliser à la C.A.O. d'autres secteurs que les industries de pointe. Il en est ainsi de la chaussure ou du meuble, déjà mentionnés. La DIELI a recensé environ une centaine de systèmes C.A.O. opérationnels, alors qu'elle estime à deux mille le nombre des sites « équipables ».

L'action des Pouvoirs publics en faveur de la C.A.O., qui s'inscrit dans l'effort général d'« informatisation de la société », rencontre bien sûr de fortes résistances. Économiques d'abord, l'investissement de base restant élevé pour une petite entreprise (d'autant plus qu'un système C.A.O. ne devient vraiment rentable qu'au bout d'un certain temps). Sociologiques aussi, car les habitudes ne changent pas facilement ; les dessinateurs préféreront toujours leurs crayons et leurs gommes aux écrans cathodiques (encore qu'il existe des matériels de C.A.O. très proches de la table à dessin classique). Mais qui aurait soupçonné, aux débuts de l'informatique, que l'ordinateur deviendrait aussi un instrument de création ?

MICHEL DE PRACONTAL

Hewlett-Packard

Rencontre Soyouz-Apollo : dans les derniers instants de l'approche, utilisation d'une calculette programmable à carte magnétique HP 65.

LA RÉVOLUTION DES CALCULETTES

Les calculettes grand public qui se sont — au fil des années — enrichies de multiples gadgets, sont à peu près toutes japonaises. Et en matière de calculettes scientifiques et de modèles programmables, les Américains n'occupent le marché que pour peu de temps encore. A remarquer la dégringolade des prix : ceux des calculettes grand public commencent aujourd'hui au-dessous de 50 F, une « programmable » pouvant être acquise aux environs de 250 F.

C. Roisse

● Sont-ils valets ou cochers ? Ces « Maître Jacques » de la micro-électronique ont tout ce qu'il faut pour satisfaire aux caprices de qui les emploie. Ils savent compter, connaissent la table de Pythagore sur le bout de la diode, extraient même des racines sans douleur et disputeraient à Inaudi la mémoire des pourcentages. On les savait calculateurs. Avec la mode du temps, ils ont changé de sexe pour devenir calculettes, sous la forme extra-plate d'un bristol métallique qui trouve sa place entre une carte bleue et celle de l'American Express. Donc, elles savent compter, même si leur poids et leur encombrement comptent pour si peu. Ah, vous comptiez ? Et

Cl. Roisse

bien, chantez maintenant ! La « Melody 80 » (de chez Casio) ne se fait pas prier. Elle pousse une note à chaque touche, traduit en mélodie le total affiché, et comme elle présente un chrono avec alarme, c'est — entre autres — sur un air de tarentelle napolitaine qu'elle signale à l'heure H le rendez-vous noté. Elle n'est d'ailleurs pas seule à sonner l'alarme ou donner l'heure : chez Sharp, Toshiba ou Texas Instruments, vous trouverez (entre 200 et 300 F) toute une gamme de calculettes pour qui, avant tout, l'heure, c'est l'heure. Pas seulement de Paris. Tel modèle de chez Sharp connaît, par microprocesseur interposé, tous les fuseaux horaires. Tel autre (de chez Casio) vous permet, pour 375 F, de prendre date jusqu'en l'an 2180, son calendrier n'étant pas perpétuel mais prévu seulement pour 200 ans. Autre avantage : mémorisant trois dates, il vous rappellera au jour dit les trois anniversaires dont l'oubli serait sacrilège. Pour ceux qui se trouvent toujours en défaut d'un numéro de téléphone égaré, la petite Toshiba retient dans sa mémoire 30 numéros d'appel : un clavier à lettres permet de « taper » le nom du correspondant et l'enfoncement d'une touche restitue dans le graphisme ardoise de ses cristaux liquides, les sept chiffres d'appel escomptés. Et comme même chez soi il faut apurer ses recouvrements, la mini NSC (National Semi Conductor) activera ses trois mémoires pour devenir le plus sûr gestionnaire de votre compte en banque, enregistrant les débits, les dépôts et les crédits, si bien qu'à l'affichage un solde même négatif confortera la sérénité d'un compte sinon sain mais conforme. Enfin, merci Sanyo de nous préciser que nous ne sommes pas toujours ces sédentaires dont nous nous complaisons à présenter l'image. En inscrivant la valeur de votre pas, son minuscule balancier à mercure décomptera le nombre d'enjambées faites et donc les kilomètres parcourus.

Donc, « ça » donne l'heure, « ça » compte les dates et décompte les jours, « ça » peut même réveiller bon matin et « ça » ne méconnaît pas toujours l'énergie du soleil (1). Accessoirement et en prime, « ça » calcule. Et même très bien.

L'INDUSTRIE DE « L'INTELLIGENCE ». Ces amusantes calculettes, si minces pour la plupart devenues qu'avec leur 3 ou 4 mm d'épaisseur elles tiennent dans un carnet, si fragiles mais élégantes, sont, à quelques rares exceptions près, toutes japonaises. Ce n'est pas un mince problème que de considérer cette reconquête d'un marché tenu jusqu'alors haut la main par les Américains.

Les Japonais l'ont fait avec leur force de frappe habituelle, un seul modèle de chez Casio sortant, à l'heure atuelle, à la cadence de 5 millions d'exemplaires par an. Et n'allez pas croire non plus que si le Japon détient le marché de la calculette-gadget, ce sont les Américains qui, Hewlett-Packard et Texas Instruments en tête, détiennent le monopole des machines « sérieuses », des calculatrices scientifiques et programmables. Dans quelques mois, les tout nouveaux modèles de Sharp ou Casio démontreront l'arborescence de l'industrie électronique nippone. Il y a là, pour nous Français, spectateurs démunis et finalement agacés par notre imprévoyance, matière à réflexion. Dans la façon dont le Japon est à même d'opérer ses mutations et d'adapter presque instantanément son économie à la demande mondiale. Car, précisément, le Japon avait un grand handicap à combler tant dans le domaine des semi-conducteurs que dans celui des circuits intégrés de type VLSI (Very Large Scale Integration). Avec l'aide des groupes bancaires, toujours étroitement associés aux groupes industriels, avec celle de l'État et notamment du MITI (Ministère de l'Industrie et du Commerce International) dont le rôle est déterminant pour le développement des technologies et le partage de la production, l'un des principaux fabricants d'ordinateurs, Oki Electronic, s'est spécialisé dans le développement des circuits intégrés à grande échelle. La production de calculettes a ainsi constitué l'un des enjeux du redéploiement industriel japonais, axé sur l'expansion de ce qu'on appelle là-bas les « industries de l'intelligence », dont l'informatique et la bu-

(1) La « Solar Power » fonctionne avec des photopiles.

De dimensions comparables à celles d'une carte de crédit, certains modèles ultra-plats apparus dernièrement ont d'étonnantes capacités de calcul et peuvent garder en mémoire des expressions algébriques complexes.

reautique forment les branches essentielles. A considérer — entre parenthèses — que déjà les ordinateurs MI 90 de Fujitsu concurrencent la série 370 B de IBM et que les machines de la série M 200 conjointement mises au point par Fujitsu et Hitachi deviennent, dans le domaine des ordinateurs à usage général, des rivales sérieuses aux IBM 3033.)

Donc, la calculette grand public s'est voulue extra-plate. Au grand dam de nombreux utilisateurs qui, presbytie aidant, commencent à trouver que les mini-touches manquent un peu de fiabilité. Pas si fous, les constructeurs proposent toujours plusieurs modèles dont l'un à touches plus accessibles, si bien que la calculette « minicard » tend à devenir, pour beaucoup d'acheteurs, un appareil de complément. Peut-on d'ailleurs parler de touches ? Sur quelques modèles (dont Sharp), fini le déclic rassurant de la touche qui s'enfonce. D'un simple affleurement sur la feuille conductrice en matériau plastique recouvrant des zones de contact gravées sur circuit imprimé, le doigt se prend au jeu d'un marquage sans frappe et presque sans action. A l'intérieur, les circuits intégrés classiques avec leurs multiples sorties ont cédé la place à cette petite pastille monobloc, la « puce » de silicium reliée à un minicircuit imprimé portant aussi l'affichage. Ce dernier proclame la victoire — jusqu'alors indécise — des cristaux liquides sur les diodes électro-luminescentes, d'un éclat plus séduisant mais plus coûteuses à fabriquer et plus grosses consommatrices de courant. Comme, dans le même temps, des artifices ont permis d'accroître la visibilité des cristaux liquides par un contraste constant quelle que soit la lumière ambiante, l'issue n'est pas douteuse pour les machines devant faire de l'usage.

C'est cependant sur le front des prix que l'évolution du matériel est la plus spectaculaire. Si le prix d'une calculette avec chrono, décomptage, alarme, tourne autour de 300 francs, celui d'une calculatrice simple commence à moins de 50 francs pour n'atteindre que 165 francs (Casio fx-80) concernant une « scientifique » avec fonctions trigonométriques, logarithmes, mémoire et notation avec quatre niveaux de parenthèses. Alors qu'une « programmable » peut être acquise aux environs de 250 francs, comme c'est le cas de la Texas-Instruments Ti-57, bas de gamme, si l'on ose l'écrire, de ces machines ultra-perfectionnées qui sont, déjà, de vrais ordinateurs.

DÉJA DES « SCIENTIFIQUES » QUI « RÉDIGENT » VOS ÉQUATIONS. C'est à Cuppertino, en Californie, dans les laboratoires de la société Hewlett-Packard que naquit, le 1er janvier 1972, la première calculatrice pouvant, déjà, être considérée comme un vrai ordinateur de poche. Bien que n'étant pas

LA CALCULETTE A L'ÉCOLE

Les esprits par trop primaires ne voient pas toujours d'un bon œil que les automatismes d'une calculatrice remplacent, chez l'étudiant, l'attention soutenue qu'on doit prêter aux calculs, développant, chez l'élève, les capacités de concentration.

Certains, par contre, estiment que les calculatrices déchargent l'élève de calculs fastidieux et lui permettent de consacrer plus de temps à l'essentiel : le raisonnement. D'autre part, il est certain que les mathématiques ont toujours été considérées comme une science abstraite, à l'opposé de la physique ou de la chimie qui sont étayées par des expériences confirmant la théorie. Ne serait-il donc pas possible de rendre les mathématiques, elles aussi, « expérimentales » ou tout au moins « tangibles » ? C'est ce que permettent précisément les calculettes grâce auxquelles il est possible de « visualiser » la croissance d'une fonction, d'une exponentielle ou la convergence d'une série.

Des expériences réalisées de 1971 à 1975 dans des établissements rattachés à 20 Académies ont établi le bilan suivant :

- le calculateur provoque chez l'élève une stimulation de la curiosité, développe l'initiative et l'imagination par la réalisation de petits programmes dont il est le maître d'œuvre.
- dans certains cas (concernant surtout les enfants en retard), la calculatrice améliore les facultés de mémorisation.
- l'emploi des calculatrices permet d'accéder à des notions auxquelles les élèves n'auraient jamais pu parvenir auparavant, bloqués par l'obstacle « calcul ».
- l'utilisation des machines programmables confère une excellente initiation à l'informatique, à sa logique. Or, l'ordinateur fait, dès à présent, partie de notre environnement. Il est donc souhaitable et nécessaire que l'adolescent apprenne à les utiliser assez tôt.

C'est ce dernier point que nous retiendrons surtout. L'établissement d'organigrammes et de séquences de programmation dont la forme s'avère très proche des « langages machine » constitue, de fait, un enseignement auto-didactique qui permet une approche réelle de ce qu'il est convenu d'appeler la « grande informatique ».

Les modèles les plus simples de calculettes ont en quelques années connu une baisse de prix considérable. Leur utilisation s'est donc élargie à de nombreuses activités de la vie quotidienne.

programmable, cette calculatrice HP-35 possédait toutes les fonctions d'un ordinateur : c'est-à-dire des mémoires, une unité logique de contrôle, une unité de calcul, des organes d'entrée et de sortie. La mémoire se divisait en deux parties distinctes, celle contenant les programmes et celle recevant et conservant les données. Les programmes étaient préenregistrés par le constructeur sur des mémoires mortes, circuits intégrés appelés ROM (Read Only Memory), mémoires donc à lecture seule, car on ne peut que les déchiffrer sans jamais les modifier. La HP-35 contenait ainsi 3 ROM renfermant chacune 265 instructions écrites à l'aide de 10 bits (ou unités d'information). Destinée essentiellement aux scientifiques, elle permettait (comme ses homologues actuels d'un prix dix fois moindre) de calculer toutes les fonctions trigonométriques, les exponentielles, les logarithmes népériens ou à base dix, les inverses et, bien évidemment, les racines carrées et les puissances. Le calcul, par exemple, de a = 60 arc cos (cos 52,4 cos 64,3 + sin 52,4 sin 64,3 cos 42,3) — qui est la valeur simplette de l'arc de grand cercle entre San Francisco et Miami — s'effectuait ainsi en une minute avec dix chiffres significatifs. Il aurait fallu près d'un quart d'heure à un expert de la règle à calcul pour donner une solution relativement correcte... avec seulement 3 chiffres significatifs.

L'intérêt d'innovation présenté par la calculatrice Hewlett-Packard tenait aussi au fait que, pour la première fois, une nouvelle technique appliquée à l'obtention des circuits MOS, dite « à implantation ionique », permettait de repousser les limites de la miniaturisation, pour chaque équivalent transistor, du micron à l'angström (1 micron = 10 000 angströms). C'est ainsi que la HP-35 possédait l'équivalent de 30 000 transistors, et sa sœur cadette, la HP-80 (une calculatrice « financière »), plus de 40 000.

A 8 ans d'intervalle, ces performances n'étonnent plus. D'autres Hewlett-Packard ont vu le jour ; d'innombrables machines de la firme concurrente, Texas-Instruments, nous ont habitués à des programmes complexes, soit d'usage général, soit relevant de spécialisations marquées, tant dans le domaine comptable que dans celui de la navigation.

Mais voici que le monopole américain dans le domaine des calculatrices scientifiques risque, en 1980 (voire même avant la fin de l'année qui s'écoule), d'être battu en brèche par de nouvelles venues japonaises. Il n'aura fallu que 8 ans à Sharp pour non seulement refaire tout le chemin parcouru, mais innover avec éclat. Le secret qui se cache derrière la Sharp EL-5100 est sa faculté de supplanter le crayon et de pouvoir, en quelque sorte, « s'entretenir » avec l'utilisateur. Ceci du fait de son affichage à cristaux liquides doté non plus d'une matrice à segments, mais d'une matrice à points, la première de ce genre dans une calculatrice scientifique de poche.

Grâce à ce système, elle peut non seulement afficher les nombres, mais aussi les lettres et les symboles. Ses 24 chiffres se dérouleront comme si elle écrivait, jusqu'à un maximum de 80 pas, avec une capacité pratiquement illimitée. Toutes les commandes sont groupées par sections : touches de fonctions, touches numériques et de statistiques, touches de mémoire, etc.

● Pour la première fois au monde, il est possible d'introduire des formules de la même façon qu'on les rédige sur un papier. Les cal-

LA CALCULETTE DANS LES CONCOURS

Par circulaire ministérielle 79/063 du 12-2-79, signée du Directeur des lycées J. Saurel et adressée aux recteurs d'académie et aux chefs d'établissements, l'emploi de calculatrices électroniques non imprimantes, autonomes et sans documents d'accompagnement, est autorisé pour les épreuves scientifiques, lors des concours d'admission dans la plupart des grandes écoles (Mines, Ponts, Centrale, Supelec, etc.) à l'exception de l'École Polytechnique (pour cette dernière, ce ne serait que partie remise... à 1980).

Il n'est donc pas interdit de posséder des machines performantes, avec nombreuses mémoires voire même programmables, dans la mesure où toute bibliothèque de programmes est prohibée. Pratiquement, il semble nécessaire que l'étudiant dispose alors d'une machine avec fonctions algébriques et trigonométriques usuelles, logarithmes, exponentielles, etc., qu'on peut trouver sur le marché à partir de 95 F et qui sont fiables.

L'Union des professeurs de spéciales admet que les possesseurs de machines sophistiquées ne seront pas favorisés. C'est peut-être vrai aujourd'hui, mais qu'en sera-t-il demain quand les machines à mémoires « sauvegardées » se développeront, permettant d'emmagasiner les formules algébriques les plus compliquées, jouant ainsi le rôle d'une mini-bibliothèque de programmes ?

Cl. Roisse

culs se font donc plus simplement et avec moins d'erreurs et sans qu'il soit nécessaire de les traduire en un code spécial.

● La machine permet l'entrée des formules algébriques compliquées avec jusqu'à 15 niveaux de parenthèses et 8 niveaux de sous-opérations. Par exemple, pour introduire une formule comme :

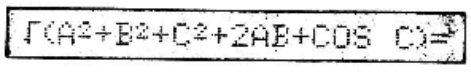
$$\sqrt{A^2 + B^2 + C^2 \times 2AB + COSC} =$$

Les opérations consisteront à introduire successivement :

[√] [(] [A] [x²] [+] [B] [x²] [+] [C] [x²] [+]

[2] [A] [B] [+] [COS] [C] [)] [=]

l'affichage donnant :



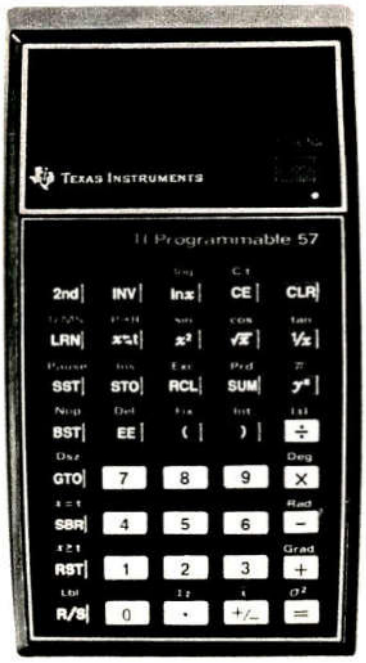
● Une réserve d'expressions algébriques permet d'emmagasiner des formules compliquées qui sont conservées en mémoire aussi longtemps qu'on le désire, même si l'alimentation est coupée.

Il s'agit donc là d'une machine extrêmement évoluée qui donne une idée du haut niveau de technologie auquel prétend aujourd'hui le matériel japonais.

LES PROGRAMMABLES : DÉJA DE LA GRANDE INFORMATIQUE. Avec les machines programmables, et l'accès à des possibilités fantastiques de calcul, on monte encore d'un cran dans une démarche informatique qui conduit à l'ordinateur individuel. C'est en 1974 que les choses ont commencé, avec la présentation par Hewlett-Packard — toujours elle — de la HP-45, première mini-programmable à cartes magnétiques. D'emblée, ces petites cartes magnétiques présentaient les deux formules classiques de programmation : programmes tout faits, préparés par la firme (la calculatrice était d'ailleurs livrée avec 17 programmes-types) et couvrant la plupart des problèmes qui se posent aux ingénieurs, géomètres, architectes, navigateurs, financiers, etc. Seconde formule : des programmes prévus par l'utilisateur lui-même et correspondant à ses propres recherches ou ses propres besoins professionnels. Cette HP-45 valait, au moment de son lancement, 4 950 F hors-taxes. Depuis, Texas-Instruments s'est lancé dans la compétition et partage, avec Hewlett-Packard, le monopole des « programmables ». En attendant, là encore et une fois de plus, l'arrivée (annoncée et attendue) de machines japonaises fabriquées notamment par Sharp et Casio. L'on sait, par exemple, que le calculateur Casio FX 502 P présentera 256 pas de programme avec 22 mémoires, qu'il permettra la transcription des programmes sur la bande magnétique d'une mini-magnétocassette, avec naturellement possibilité de réintroduire les données, et qu'un autre adaptateur permettra de programmer de la musique restituée par synthétiseur. Quant à Sharp, on attend la venue d'un modèle Elsimate qui présenterait 10 mémoires et 127 pas de programme.

Pour l'heure, Hewlett-Packard et Texas-Instruments couvrent encore le marché, mais avec des machines de conception différente. Chez Texas-Instruments, la notation (dénommée AOS) est de type algébrique. Cela veut dire qu'un des nombres figure au registre d'affichage et que l'autre est mis en mémoire ou introduit manuellement après indication du

La génération des calculettes programmables. Ci-contre, sept modèles disponibles à l'heure actuelle sur le marché français.



Texas-Instruments TI 57

Hewlett-Packard 33 E

Texas-Instruments TI 58

symbole opératoire. Dans une série d'opérations en chaîne, il faut utiliser des parenthèses et des règles de priorité, ce qui alourdit la programmation par des jeux continuels de va-et-vient avec les mémoires. L'avantage du système est d'être élémentaire et d'être très répandu, la plupart des calculettes non programmables étant algébriques.

Hewlett-Packard utilise par contre, sur ses machines, la notation dite polonaise inversée (1). Elle repose sur le principe de la pile, qui consiste en une disposition de quatre registres accessibles par diverses instructions, accordant ainsi une grande souplesse aux travaux en chaîne. Pour additionner 5 et 7, on ne tape pas 5, puis +, puis 7, puis = comme dans le cas du système algébrique, mais 5, puis « enter », puis 7, puis + et le résultat apparaît. Une telle séquence paraît curieuse et demande, en effet, un certain apprentissage. Mais l'examen d'un calcul légèrement plus complexe montre l'avantage de cette notation.

En système algébrique, le calcul de $(5 + 7) \times (8 + 3)$ s'avérerait faux si l'on se contentait d'écrire $5 + 7 \times 8 + 3 =$ ... ce qui donnerait (selon les cas) 64 ou 99, mais certainement pas 132. Résultat correct, obtenu immédiatement en notation polonaise inversée par 5, enter, 7, +, 8, enter, 3 +, ×. Alors qu'en algébrique, chaque parenthèse est traitée séparément et mise en mémoire. La notation polonaise est finalement celle qui est utilisée par tous les ordinateurs et confère donc aux Hewlett-Packard le prestige qui peut s'attacher à des machines d'initiation à la « grande » informatique. La notation AOS de chez Texas-Instruments correspond, elle, davantage à la conquête commerciale d'un plus vaste marché, concrétisée par des prix très inférieurs à ceux pratiqués par Hewlett-Packard. Sept machines programmables et réellement de poche sont actuellement disponibles sur le marché. Voici leurs caractéristiques essentielles et l'opinion des spécialistes.

Aux environs de 250 F : Texas-Instruments TI-57

Calculatrice à 8 mémoires, 50 pas de programme, 10 labels, 9 niveaux de parenthèses, 2 niveaux de sous-programmes. Pas de cartes magnétiques, pas de modules enfichables, pas de mémoire continue.

L'opinion des spécialistes : machine recommandée pour les étudiants et présentant un rapport qualité/prix exceptionnel. Un outil donc d'initiation à l'informatique avec des possibilités encore accrues par un dispositif de décrémentation du contenu d'une mémoire quand il y a saturation.

Aux environs de 600 F : Hewlett-Packard 33-E

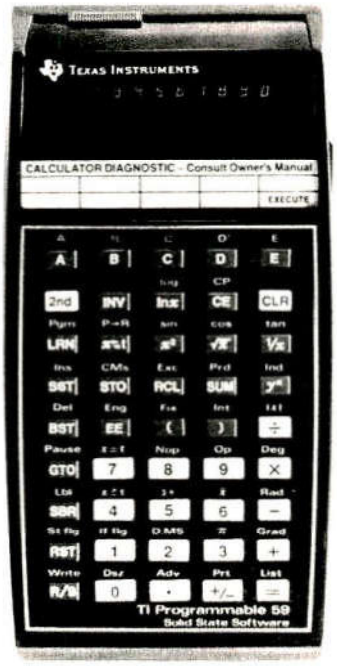
Machine à 8 mémoires, 49 pas de programme, 3 niveaux de sous-programmes. Pas de cartes magnétiques, pas de modules enfichables, pas de mémoire continue.

L'opinion des spécialistes : machine très proche de sa concurrente, la TI-57 ; elle se signale par une très grande fiabilité et des performances relativement poussées grâce à des codes combinés et à son système de calcul en pile qui soulage considérablement les mémoires.

(1) Cette notation est due au mathématicien Yan Lucasiewicz.

Hewlett-Packard 29 C

Hewlett-Packard 19 C



Texas-Instruments TI 59

Hewlett-Packard 67

Aux environs de 700 F : Texas-Instruments TI-58

Machine à 30 mémoires, 240 pas de programme, 7 labels, 9 niveaux de parenthèses, 6 niveaux de sous-programmes. Peut utiliser des modules enfichables préprogrammés. Possibilité d'impression par périphérique.

L'opinion des spécialistes : une machine aux performances étonnantes qui permet l'adaptabilité du rapport des mémoires de données aux mémoires utilisées par la programmation. Les modules sont aussi simples à mettre en place qu'une cassette sur un lecteur, permettant tous les types de calculs routiniers. Le module standard contient 25 programmes.

Aux environs de 1 000 F : Hewlett-Packard 29-C

Machine à 16 mémoires (+ 14 volatiles utilisables en programmation), 98 pas de programme, 10 labels, 3 niveaux de sous-programmes. Pas de cartes magnétiques, pas de modules enfichables, mais possède une mémoire continue.

L'opinion des spécialistes : excellente machine de milieu de gamme dont la mémoire continue permet la conservation permanente d'un programme de base. Paraît destinée surtout à des professionnels qui ont besoin d'un programme personnalisé constitué de calculs routiniers nécessaires à leurs activités. Les programmes ainsi établis par l'utilisateur lui-même peuvent être mis à disposition de plusieurs personnes au sein d'une entreprise. On notera cependant le prix inférieur de la Texas 58 malgré ses performances supérieures.

Aux alentours de 1 500 F : Hewlett-Packard 19-C

La même machine que la HP-29, mais avec imprimante intégrée sur papier thermique.

L'opinion des spécialistes : un immense atout que de pouvoir garder la trace des calculs sur une bande de papier, tout en conservant les cotes de la machine qui n'a que 3 cm de plus en longueur et 2 cm de plus en largeur !

Aux alentours de 1 800 F : Texas-Instruments 59

Machine à 60 mémoires et 480 pas de programme ! Utilise un système de cartes magnétiques tant pour les programmes personnels que pour les programmes pré-enregistrés.

L'opinion des spécialistes : indiscutablement la plus performante des machines existantes et la plus sévère concurrente de la Hewlett-Packard 67.

Aux environs de 2 500 F : Hewlett-Packard 67

Machine à 26 mémoires, 224 pas de programme, 20 labels, 3 niveaux de sous-programmes. Utilise le système de cartes magnétiques.

L'opinion des spécialistes : avec déjà plus de deux années d'existence, ce modèle garde tout le prestige d'une machine programmable de grand classicisme, de fiabilité certaine et de très hautes performances, disposant d'une bibliothèque de programmes déjà très riche. Mais pourra-t-elle encore longtemps soutenir la concurrence de ses rivales sans baisser de prix ? Surtout si les Japonais s'entendent pour renvoyer Hewlett-Packard et Texas-Instruments dos à dos...

LUC FELLOT

Les informations fournies par les Ets Duriez nous ont été précieuses dans l'élaboration de cet article. Nous tenons à les en remercier.

43, rue de Dunkerque, 75480 PARIS - Tél. 878.09.95 - C.C.P. 4192-26 PARIX CEDEX 10

INFORMATIQUE ET TÉLÉMATIQUE

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Mathieu M. — TÉLÉCOMMUNICATIONS PAR FAISCEAU HERTZIEN — Présentation des faisceaux hertziens. **La Modulation.** Modulation et démodulation pour les faisceaux hertziens analogiques. Modulation et démodulation pour les faisceaux hertziens numériques. **Les Fréquences porteuses.** Plans de fréquence. Propagation en espace libre. Propagation des ondes centimétriques en visibilité. **Les Équipements.** Émetteurs-récepteurs, liaison entre les émetteurs-récepteurs et les antennes. Antennes. Systèmes auxiliaires. **Qualité des Liaisons.** Faisceaux hertziens analogiques, le bruit thermique. Distorsion des signaux analogiques. Brouillage d'un faisceau hertzien analogique. Qualité des liaisons analogiques. Qualité des liaisons numériques. Mesures. Index. 332 p., 15,5 × 24, 1979. . . . . **136,00 F (franco 150,00 F).**

J. Pares et V. Tosser. — LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS PAR SATELLITES — Généralités. Transmission de l'information. Réseaux. Systèmes de télécommunications par satellites stationnaires : « interfaces » géométriques. L'environnement spatial. Organisations des satellites stationnaires. Mise en orbite des satellites stationnaires, lanceurs. Stations terriennes. Fiabilité des systèmes de télécommunications par satellites. Bibliographie. 222 p., 18 × 24, 1975. . . . . **191,50 F (franco 205,00 F).**

ORDINATEURS ET MICROPROCESSEURS

Boucher H. — ARCHITECTURE DE L'ORDINATEUR — Tome 1 : Technologie. Généralités. De l'informatique. Objet du cours. L'industrie informatique. **Le langage des machines.** Codage de l'information. Représentation des nombres. Représentation des caractères quelconques. Représentation de structures complexes. Conclusion : choix d'une représentation. **Technologie.** Logique. Technologie des circuits. Technologie des mémoires. Conclusions. **Mémoires.** Rôle de la mémoire dans les calculateurs. Mémoire d'accès direct. Mémoires auxiliaires. Mémoires associatives. Conclusion. **Bloc de calcul.** Construction d'un bloc de calcul. Calcul analogique. Analyseurs différentiels numériques. Bibliographie à chaque chapitre. 335 p., 17 × 24, 1979. . . . . **63,00 F (franco 76,00 F).**

Tome 2 : Structures. Organes d'accès. Généralités. Technologie de la classe I. Organes d'accès de la classe II. Relations entre les organes d'accès et la calculatrice. Télécommunications. **Bloc de Commande.** Définitions. Le programme et son support matériel. Organisation du bloc de commande. Simultanéité. Conclusions. Bibliographie à chaque chapitre. 220 p., 17 × 24, 1979. . . .

. . . 52,00 F (franco 62,00 F).

Les 2 Volumes Franco 132,00 F.

A PARAITRE :

Tome 3 : Logiciel (Répertoire d'instructions, Assembleur, Chargeur, Systèmes d'exploitation, Fonctions, Moyens, Langages, Grammaire, Compilateurs, Fiabilité, Maintenabilité).

Melusson P. — INITIATION A LA MICRO-INFORMATIQUE : LE MICROPROCESSEUR. — Introduction. Le cerveau humain et l'ordinateur : cerveau robot. Ordinateur-Calculateur-Microprocesseurs, qui êtes-vous ? Les langages d'ordinateurs. Les appareils de décodage. Des langages en « binaire pur ». Le calcul binaire. Les codages : Octal, Hexadécimal et BCD. Les fonctions logiques. Technologie des microprocesseurs. Organisation des microprocesseurs. Les mémoires. Les circuits et systèmes d'interface entre microprocesseurs/mémoires unité centrale et périphériques. La programmation — Comment bâtir un micro-ordinateur en vue d'une utilisation donnée. Dernières nouveautés. Conclusion. Bibliographie 152 p., 12 × 16,5, 3e édition, revue corrigée et augmentée, 1979.

28,00 F (franco 35,00 F).

Phan Son, Bellier P. — RENDEZ-VOUS AVEC LE MICROPROCESSEUR. — Avant-propos. **1re Partie.** Des concepts simples. Du transistor au microprocesseur. Les éléments de base d'un système à microprocesseur. **2e Partie.** Les notions fondamentales. Le 6800, analyse et description. Quelques techniques de programmation. **3e Partie.** Le processeur musical. Commande d'un train électrique. Décodeur automatique de Morse et affichage sur téléviseur. Clé électronique. Jeu du Mastermind. Aperçu des domaines d'applications. 5 Annexes. Bibliographie. Noms de clubs et revues spécialisés. 257 p., 15,5 × 24, 1979. . . . . **65,00 F (franco 75,00 F).**

Ouaknine M., Poussin R. — LE HARDSOFT ou la Pratique des Microprocesseurs. — Introduction. **Préliminaires.** Structure d'un ordinateur. L'unité centale. Les familles de microprocesseurs. **Les composants de la famille du 8080.** L'unité centrale. La mémoire centrale. Coupleurs. **Programmation.** Les différents stades. Les outils. Les techniques. Programmes arithmétiques. **Applications.** Système de base. Compte tours digital intelligent. Système industriel : Installation de trempe. **L'évolution.** Un microsystème : le 8048. La 3e génération : le Z80. Le 8086 : la 4e génération. Conclusion. 250 p., 15 × 21, 2e édition revue et augmentée, 1978. . . . . **72,00 F (franco 81,00 F).**

H. Lilen. — DU MICROPROCESSEUR AU MICRO-ORDINATEUR — Introduction à la micro-informatique. Les circuits intégrés. Les opérations arithmétiques. Les opérations logiques. Les mémoires. Fonctionnement de l'unité centrale. Les entrées-sorties. Vers les systèmes réels. Les périphériques. Le logiciel. Classement des microprocesseurs. Analyse des microprocesseurs PMOS. Analyse de microprocesseurs NMOS. Microprocesseurs CMOS. Microprocesseurs bipolaires. Exemples de micro-ordinateurs. Les systèmes d'évaluation et de développement. Systèmes multi-microprocesseurs et réseaux. Applications industrielles et informatiques. Applications au grand public, aux télécommunications et à l'instrumentation, 3e édit., 16 × 24, 432 p., 317 illustr., 1979.

96,00 F (franco 109,00 F).

Zaks R., Le Beux P. — LES MICROPROCESSEURS TECHNIQUES ET APPLICATIONS — Concepts fondamentaux. Fonctionnement d'un microprocesseur. Composants d'un système. Évaluation comparée des principaux microprocesseurs. Assemblage d'un système. Applications des microprocesseurs. Techniques d'interface. Programmation des microprocesseurs. Développement d'un système à microprocesseur. Le futur. 4 Appendices (les symboles électroniques, jeux d'instructions du M 6800, Jeu d'instructions du 8080, les fabricants de microprocesseurs). Lexique. Microdictionnaire. Abréviations. Index. Bibliographie. 319 p., 16 × 24, 3e édition, 1978.

95,00 F (franco 108,00 F).

Lesea A., Zaks R. — TECHNIQUES D'INTERFACE AUX MICROPROCESSEURS — Introduction. Assemblage de l'unité centrale. Entrées-sorties de base. Inter-

face des périphériques. Conversion analogique-digitale. Techniques et standards de bus. Étude de cas : un multiplexeur 32-voies. Diagnostics et mise au point. Conclusion. 6 Appendices. (Les fabricants, Fabricants de modules S100, Table de conversion, Signaux RS 232 C, Signaux IEEE 488, Abréviations). Index. 410 p., 14 × 21,5, 1978. . . .
. . . 126,00 F (franco 139,00 F).

Zaks R. — INTRODUCTION AUX MICRO-ORDINATEURS INDIVIDUELS ET PROFESSIONNELS — L'ère des micro-ordinateurs. Utilisons le système. Définitions fondamentales. Comment il fonctionne. La programmation. Basic et APL. Applications de gestion choix d'un système. Les périphériques. Choix d'un micro-ordinateur. Les coûts d'un système de gestion. Comment échouer avec un système de gestion. Au secours. Demain. 6 Appendices (Logique des ordinateurs, Bits et Octets, Principes des communications, Fichiers, Fabricants de système de gestion, Fabricants de micro-ordinateurs. Index. 261 p., 14 × 21, 1978. . . . . **54,00 F (franco 63,00 F).**

P. Morvan, M. Lucas. — IMAGES ET ORDINATEUR — Introduction à l'infographie interactive. Les techniques de l'infographie interactive : L'unité d'affichage. Le processeur graphique. Les générateurs de fonctions graphiques. Les moyens de dialogues associés. Le logiciel graphique : L'édition graphique. La programmation des consoles de visualisation. La réalisation des outils graphiques. Mise en œuvre des consoles graphiques. Applications des consoles graphiques conversationnelles : Applications des consoles graphiques. 336 p., 21 × 15, 1976.
65,00 F (franco 78,00 F).

PROGRAMMATION ET LANGAGES

Krinitski N., Moronov G., Frolov G. — PROGRAMMATION ET LANGAGES SYMBOLIQUES — Éléments de la théorie de la programmation. Langage des schémas logiques et langages de la machine. Programmation. Transformations équivalentes des algorithmes. Software. Programmation symbolique. Introduction au langage ALGOL-60. Introduction au langage FORTRAN. Introduction au langage PL/1. Introduction au langage COBOL. Bibliographie. Index. 510 p., 14 × 21,5, relié, 1979.
45,00 F (franco 54,00 F).

H. Lilen. — PROGRAMMATION DES MICROPROCESSEURS. — Avant-propos. Le système à microprocesseur. Introduction à la programmation. Modes d'adressage. Langages machines et symboliques : assembleur et assemblage. Instructions et directives. Syntaxe de l'assembleur, l'exemple d'un programme industriel. Ruptures et séquences. Sous-programmes et macro-instructions. Les échanges d'entrée-sortie. Langages haut niveau. Les aides au développement. 240 p., 15,5 × 24, 1978. . . . . **85,00 F (franco 95,00 F)**

Marin Th., Robin M. — LES SYSTÈMES MICROPROGRAMMÉS Automates, mini et microprocesseurs. — Objectif : la démystification des microprocesseurs. Les fondements de la logique programmée. Le support matériel de la logique programmée. Travaux dirigés 1 : Exercices obligatoires d'assimilation. Automates programmables. Travaux dirigés. 2 : Exercices obligatoires d'assimilation. Unité logique et arithmétique. Unité de contrôle et de traitement : C.P.U. Travaux pratiques obligatoires d'assimilation. Macroprogrammation. Structure d'un microprocesseur : le 8080 d'Intel. Travaux dirigés. 3 : Exercices obligatoires d'assimilation de programmation. Annexe. Bibliographie. Index. 140 p., 15,5 × 24, 1978. . . . . **51,50 F (franco 61,00 F)**

Drieux, Liju. — LE LANGAGE BASIC. — L'ordinateur et ses modes de fonctionnement. Introduction en langage BASIC. Les calculs en BASIC. Instruction d'affectation. Sorties des résultats. Instruction PRINT. Notion d'algorithme. Entrée des données en BASIC. Boucles de calcul et ruptures de séquences. Calculs itératifs. Entrées des données à partir du terminal. Variables alphanumériques. Les listes et les tables en BASIC. Les sous-programmes. Les fichiers. 169 p., 13,5 × 18, 1973. . . . . **30,50 F (franco 38,00 F)**

Lautier D., Lerner J.-P. — COURS DE BASIC. Analyse et programmation. 1re partie. — Le langage basic : 1) INPUT, LET, PRINT, END ; 2) READ, DATA, GO TO, GO TO CALCULE, IF THEN, REM, STOP ; 3) FOR NEXT. Boucles imbriquées. Variables indicées. DIM. Variables indicées à deux ou plusieurs dimensions. Graphes et fonction TAB ; 4) Fonction DEF FN, GOSUB, CALL. Fonction RND (— 1) ; 5) Le calcul matriciel en basic ; 6) Fichiers à accès direct. Fichiers à accès séquentiel. Chaînage de programmes. **2e partie :** La simulation : 1) Modèles et systèmes ; 2) Tirages dans les lois de probabilités ; 3) Simulation de files d'attente simples ; 4) Simulation de files d'attente multiples ; 5) Simulation d'une gestion de stocks. Glossaire. 135 p., 13,5 × 21, 2e tirage. 1979. . . . . **66,00 F (franco 74,00 F)**

Lamoitier J.-P. — LE LANGAGE BASIC ET SES EXTENSIONS. — Introduction à la programmation et aux langages de programmation. Les éléments de langage basic. Les instructions d'affectation, de test et de contrôle. Les boucles de calcul. Influence des erreurs d'arrondi sur la précision des résultats. Instructions d'entrée/sortie. Fonction et sous-programmes. Les instructions de traitement des tableaux. Les variables caractères et leur utilisation. Instructions, fonctions et subroutines liées au système d'exploitation. Les instructions de traitement des fichiers. Les principales extensions du basic. Exercices de récapitulation. Solutions. Bibliographie. Index. 216 p., 15,5 × 24,5, 2e édition mise à jour, 1979. . . . . **106,50 F (franco 117,00 F)**

LES DONNÉES

Henry-Labordère A. — ANALYSE DE DONNÉES. Applications et Méthodes Pratiques. — Avant-propos. **Applications de l'analyse de données.** Introduction. Exemple de réduction et de visualisation des données. Exemples et principe de la classification de données (typologue). La segmentation de données. Un cas concret. **Méthodes pratiques de l'analyse de données.** Introduction. Méthodes utilisées pour la visualisation des données. Algorithmes de classification (typologie). Algorithmes de segmentation. Bibliographie. Index. 102 p., 16 × 24, 1977. . . . **96,50 F (franco 104,00 F)**

Martin D. — BASES DE DONNÉES. Méthodes pratiques. — Introduction. Définitions relatives aux données. Méthodes de représentation des données. Méthodes de stockages des données. Structure des fichiers disques. Méthodes d'analyse et de programmation. Index. 187 p., 15,5 × 24, 1977. . . . . **110,00 F (franco 119,00 F)**

Clavier J., Coffanet G., Niquil M., Behr F. — THÉORIE ET TECHNIQUE DE LA TRANSMISSION DES DONNÉES. — Tome 1 : Notions fondamentales. Introduction. Fondements théoriques de la transmission des données. La théorie de l'information. Éléments d'algèbre générale. Applications aux entiers et aux polynômes. Les codes détecteurs et correcteurs d'erreurs. Généralités. Les codes de blocs. Les codes linéaires. Les codes cycliques. Les codes continus. Modulation et détection du signal. Représentations électriques des données. Procédés de modulation simples. Procédés de modulation complexes. Influence du bruit sur la transmission des signaux binaires. Performances des modulations bivalentes. Performances des modulations plurivalentes. Calcul des probabilités. Analyse spectrale. Fonctions aléatoires. Bibliographie. Index alphabétique, VI-314 p., 18 × 24.
En réimpression

Tome 2 : Systèmes de Télé-Informatique. Voies de transmission. La fonction synchronisation. La fonction modulation démodulation. Généralités sur la conception des systèmes. Codes et procédures. Équipement de connexion au réseau. Les terminaux. Les fonctions télé-informatiques des ordinateurs. Concept de réseaux. Réflexions pour une méthodologie.

Voies et réseaux normalisés. Bibliographie. Index alphabétique des matières, VIII-209 p., 18 × 24, 2e édit., revue, 1977. . . .

. . . 150,00 F (franco 160,00 F)

TÉLÉMATIQUE

Vuitton P., Leclercq P., Bouvier M. — LA TÉLÉINFORMATIQUE Clé de la Télématique. — Introduction. **Les techniques de télécommunications.** Les éléments de base. Le réseau français de Télécommunications. **Les techniques de la Téléinformatique.** Un besoin particulier de télécommunication. Les techniques de transmission et de communication de données. Les équipements de Téléinformatique. Les systèmes de Téléinformatique. **Le marché de la Téléinformatique : la demande.** La Téléinformatique, pour quoi faire ? Des réseaux de Téléinformatique. La dimension du marché. **Le marché de la Téléinformatique : l'offre.** De multiples facettes. La gamme des réseaux offerts par les Télécommunications. La situation internationale. **La création d'un réseau dans l'entreprise.** La Téléinformatique dans l'entreprise : une approche technique. Exemples concrets. **Les développements de la Téléinformatique.** Le secteur professionnel. Le Grand Public : la Téléinformatique domestique. **Conclusion.** Glossaire. 284 p., 15,5 × 24, 1978. . . . . **125,00 F (franco 138,00 F)**

Simon Nora, Alain Minc. — L'INFORMATISATION DE LA SOCIÉTÉ[3] — Rapport à M. le Président de la République. La crise française et l'informatique. De l'informatique à la télématique. **1re Partie : Les défis.** Télématique et nouvelle croissance. Télématique et nouveaux jeux de pouvoirs. Télématique et indépendance nationale. **2e Partie : Les points d'appui.** Le pôle des télécommunications. L'état et les autres acteurs du jeu informatique. L'informatisation de l'administration. **3e Partie : Questions pour l'avenir.** 1re hypothèse : Société informatisée, société de conflits culturels ? 2e hypothèse : Le projet en avenir aléatoire : socialiser l'information. Présentation des annexes. Présentation des documents contributifs. Contributions et concours. Glossaire. 162 p., 16 × 24, 1978. . . . . **22,00 F (franco 31,00 F)**

Bounine J. et Lussato B. — TÉLÉMATIQUE... OU PRIVATIQUE ? Questions à Simon Nora et Alain Minc. — Cette publication fera date dans l'histoire de l'informatique de notre pays. Nombreux sont, en effet, les informaticiens qui n'ont pas accepté une importante partie des conclusions du Rapport Nora-Minc B. Lussato et J.-P. Bouhot ont ouvert le débat dans « Le Figaro » du 10 juin 1978, par deux articles, placés face à ceux de J. Maisonrouge, J. Delors et J.-P. Brulé. Voici le texte de fond émanant de professionnels en renom. J. Bounine et B. Lussato, personnellement cités dans le rapport par S. Nora et A. Minc, leur répondent et prennent position dans le débat. Ce document est indispensable aux informaticiens, aux utilisateurs et à tous les citoyens responsables. 37 p., 16 × 24, 1979.

25,00 F (franco 31,50 F)

Giraud A., Missika J.-L., Wolton D. — LES RÉSEAUX PENSANTS. Télécommunications et Société. — Introduction. **La croissance des télécommunications en France.** L'administration et le développement du téléphone. Les télécommunications dans la nation. **Machines de communications et travail humain.** Changement technique et transformation du travail. L'ergonomie dans l'analyse des conditions de travail. Physcologie de la communication homme-machine. Quelques tentatives d'amélioration des conditions de travail. **Société rationnelle ou société cablée.** Perspectives à long terme et ingénierie sociale. Innovation technique et recherche en sciences sociales. Effets sociaux des techniques de communication. **Conclusion : La communication, entre l'espace et le temps.** 287 p., 16,5 × 24, 1978. . . . . **69,00 F (franco 82,00 F)**

CALCULATRICES DE POCHE

Noël G. et Bastier J. — MATHÉMATIQUES ET CALCULATRICES DE POCHE. Une découverte concrète de l'utilisation mathématique de la calculatrice de poche. Avant-propos. Prévoyez ou contrôlez vos solutions. Les premiers pas (de programmes). Des boucles... des boucles... à n'en plus finir. Des décisions utiles. Des morceaux de plus en plus petits (la dichotomie). Comment le hasard fait les choses. Des boucles en tous sens. Des piles de toutes hauteurs. Index des sujets et des mots. 162 p., 15,5 × 24, 1978. . . . . **35,00 F (franco 44,00 F)**

J.-P. Levieux. — INITIATION A LA PROGRAMMATION DES CALCULATEURS DE POCHE ET DE BUREAU. Organisation générale d'un calculateur programmable. Faites connaissance avec votre calculateur. Écrivez vos premiers programmes. Les boucles. Comment sortir automatiquement d'une boucle ? Les différentes étapes de la solution d'un problème. Compléments sur les boucles. Comment un calculateur choisit-il la bonne réponse ? Registre d'index, décrémentation automatique, adressage indirect. Indicateurs d'aiguillages, sous-programmes. Quelques techniques particulières. Les « vrais » calculateurs. Lexique sommaire anglais-français. Définition des principaux termes d'informatique. Bibliographie. 135 p., 15,5 × 24, 1979.

77,50 F (franco 88,00 F)

COMMANDES PAR CORRESPONDANCE
(France et Étranger)

Les commandes doivent être adressées à la LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris.

Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de chèque bancaire ou de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement au Compte Chèque Postal de la Librairie : Paris 4192-26.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 43, rue de Dunkerque, 75480 PARIS CEDEX 10

Heures d'ouverture : jusqu'au 15 septembre ; du mardi au samedi de 10 h 30 à 19 h - **Fermeture** le lundi
A partir du 16 septembre : du mardi au samedi de 9 à 19 h ; le lundi de 10 h 30 à 19 h

LE CATALOGUE GÉNÉRAL

La 16e Édition 1979
EST EN RÉIMPRESSION

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY — Dépôt légal : N° 79018 — Imprimerie des Dernières Nouvelles de Strasbourg
Imprimé en France
N° de Commission Paritaire : 57284 du 15 décembre 1975

les numéros «HORS-SÉRIE» disponibles

SCIENCE et VIE

POUR RÉPONDRE A LA DEMANDE DE NOMBREUX LECTEURS, NOUS INDIQUONS CI-DESSOUS UNE SÉLECTION DE NUMÉROS HORS SÉRIE ENCORE DISPONIBLES

N° 79 AUTO (68)
N° 89 AUTO 69-70 (1969)
N° 93 AUTO 70-71 (1970)
N° 96 AUTO 71-72 (1971)
N° 101 PHOTO CINÉ SON (1973)
N° 104 AUTO 73-74 (1973)
N° 105 HAUTE FIDÉLITÉ (1973)
N° 108 CHEMIN DE FER 75 (1974)
N° 109 PHOTO CINÉ (1974)
N° 113 HI-FI ET SONS 76 (1975)
N° 117 MALADIES DE CIVILISATION (1976)
N° 118 PHOTO-CINÉ 77 (1977)
N° 119 AVIATION 77 (1977)
N° 120 GÉNÉTIQUE-ANTROPOLOGIE (1977)
N° 121 LA TERRE NOTRE PLANÈTE (1977)
N° 122 LE MONDE VÉGÉTAL (1978)
N° 123 RÉSISTANCE HUMAINE (1978)
N° 124 LES JEUX DE RÉFLEXION
N° 125 LE COMPORTEMENT ANIMAL
N° 126 ÉNERGIE
N° 127 AVIATION 79
N° 128 LA RÉVOLUTION TÉLÉMATIQUE

BON DE COMMANDE

à découper ou recopier et à retourner à Science et Vie, 5, rue de la Baume - 75382 Paris Cedex 08.
VEUILLEZ M'ENVOYER LES NUMÉROS HORS-SÉRIE:

N° .....

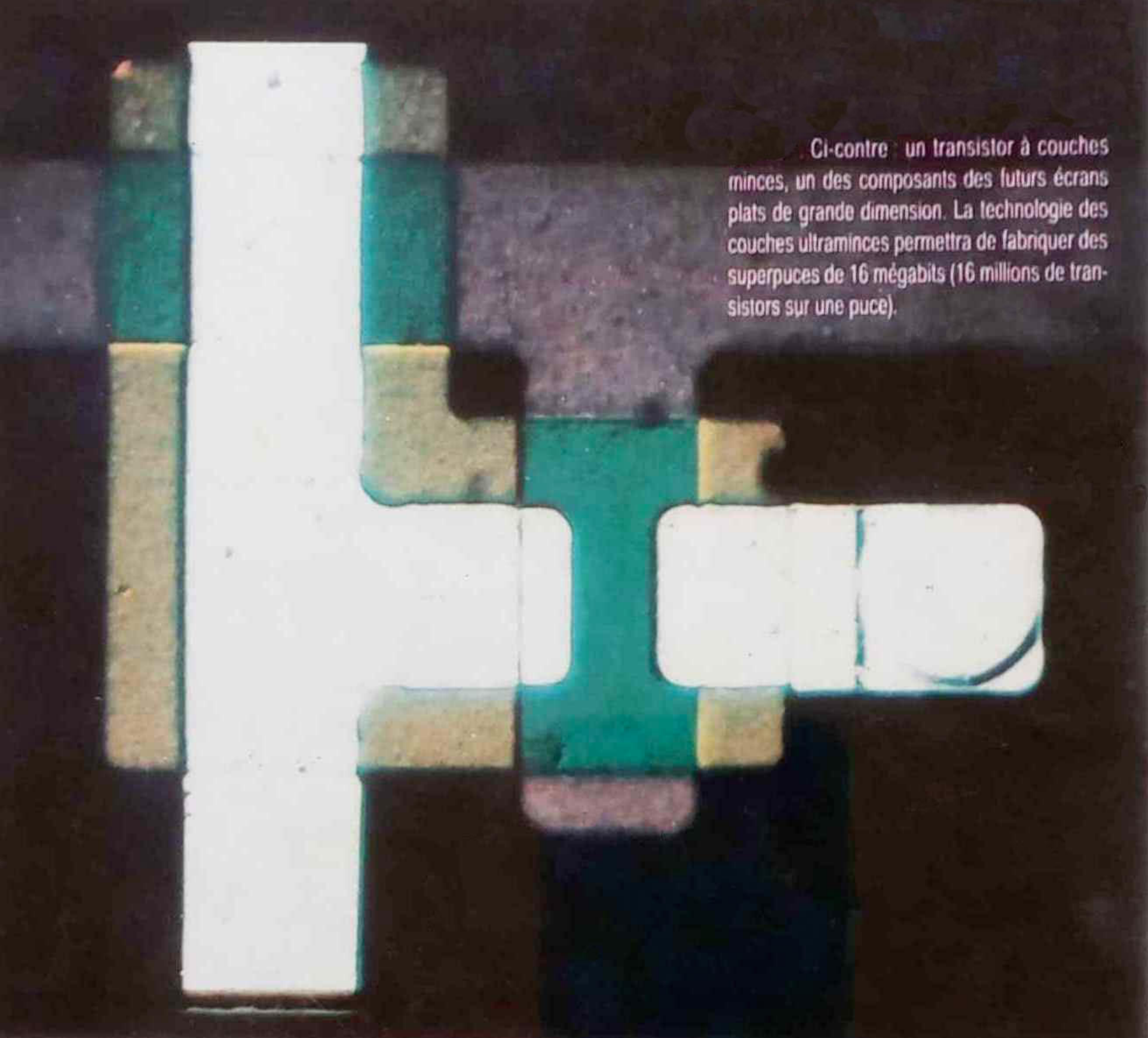
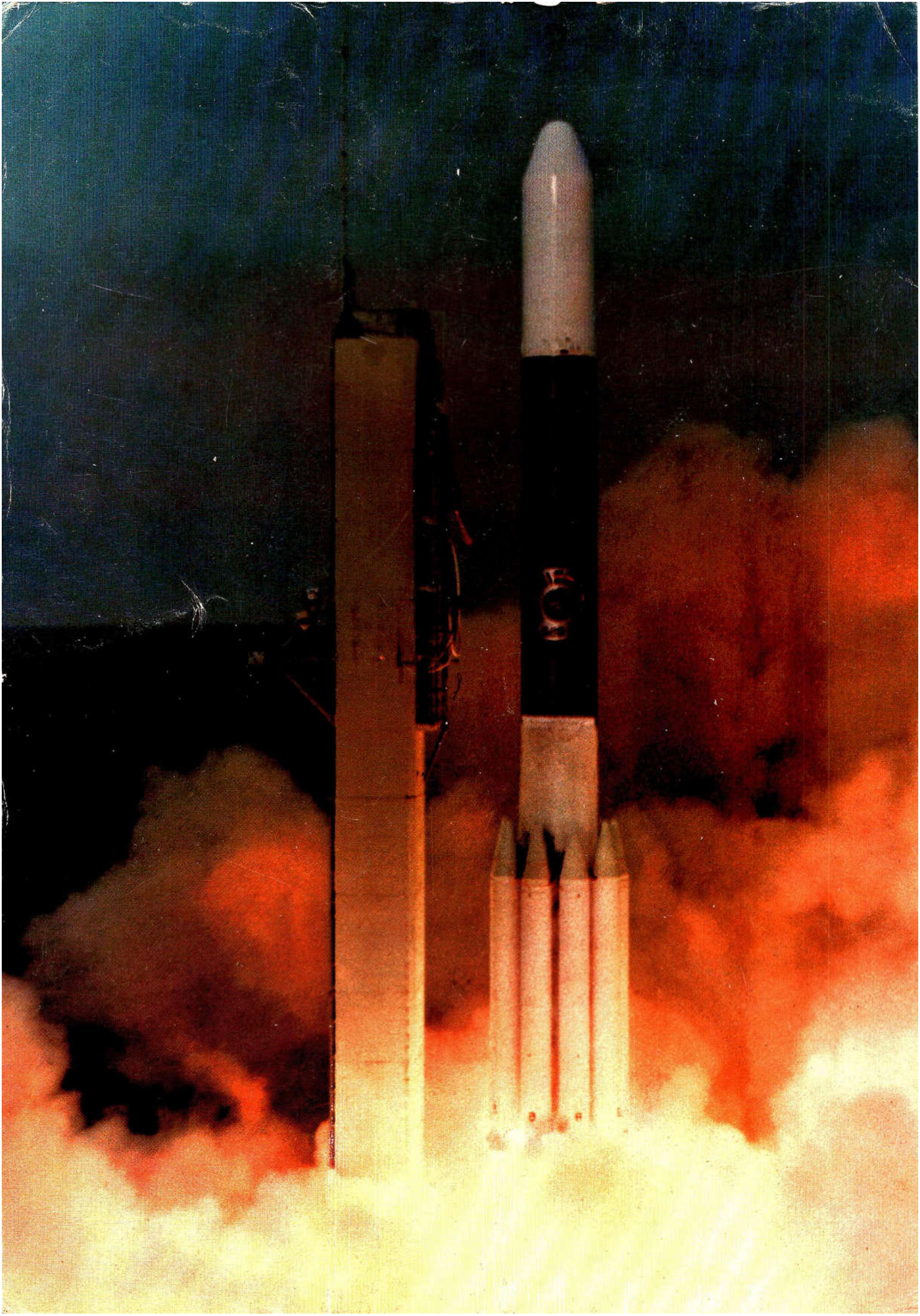
JE JOINS 10 F (franco) par EXEMPLAIRE
RÈGLEMENT A L'ORDRE DE SCIENCE ET VIE

☐ C.C.P. 3 volets (sans indiquer le n° de compte) ☐ C. Bancaire ☐ Mandat Poste

NOM ..... PRÉNOM .....

ADRESSE .....

.....



Ci-contre : un transistor à couches minces, un des composants des futurs écrans plats de grande dimension. La technologie des couches ultraminces permettra de fabriquer des superpuces de 16 mégabits (16 millions de transistors sur une puce).